

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute

Geleitet von Dr.-Ing. Dr. mont. E. h. O. Petersen

unter Mitarbeit von Dr. J. W. Reichert und Dr. W. Steinberg für den wirtschaftlichen Teil

HEFT 9

2. MÄRZ 1939

59. JAHRGANG

Eisen und seine Verarbeitung auf der Technischen Messe in Leipzig 1939.

Von Friedrich Olk in Berlin-Hermsdorf.

Die Große Technische Messe und Baumesse in Leipzig ist seit jeher mit der Eisen- und Stahlindustrie verbunden. Alles, was es in der Eisen- und Stahlindustrie an technischen Fortschritten gibt, sei es die kontinuierliche Erzeugung von Blechen auf den neuen Breitbandstraßen, die Herstellung von endlosen Rohren nach besonderem Verfahren, die anschließend an die selbsttätige Fertigung auf Sondermaschinen Gewinde und Muffe erhalten, oder die phantastische Leistung unserer neuen Radialwalzwerke, alles das spiegelt sich auf der Technischen Messe wider, die als technische Zentralausstellung in der Durchführung des Vierjahresplans überragende Bedeutung gewonnen hat und für sich in Anspruch nehmen kann, der größte technische Markt der Welt zu sein. Auch auf der kommenden Messe in Leipzig, der ersten im Zeichen Großdeutschlands, wird sich, eine ganze Woche hindurch, die entwicklungstechnische Regsamkeit und der Ausfuhrwille unserer Hüttenleute in wenigen Hallen, vor allem in der neuen schönen Werkstoffhalle, zusammenballen. Es wird eine Schau in Stahl und Eisen entstehen, die in ähnlichem Maße wohl nirgendwo anders erreicht wird.

So mancher Fortschritt in der Eisen- und Stahlindustrie, auf den wir heute stolz sind und den jedes Kind kennt, ist auf der Technischen Messe in Leipzig aus der Taufe gehoben worden. So erschienen zuerst u. a. die Hartmetalle vor ungefähr einem Dutzend Jahren auf der Technischen Messe. Damals wurde ein gesintertes und hochwertiges Hartmetall vorgeführt. Der Name „Widia“, den man dem neuen Metall gegeben hatte, war völlig unbekannt. Man mußte ihn auch Leuten vom Bau erst dahin erläutern, daß „Widia“ soviel wie „hart wie Diamant“ bedeutet. Es folgten dann Jahr für Jahr Vorführungen mit anderen, ebenfalls neu entwickelten Hartmetallen, mit denen auf allen möglichen Werkzeugmaschinen geschnitten wurde. Die hohen Leistungen, die man mit den neuen Schneidwerkzeugen gegenüber den Schnellarbeitsstählen erzielte, wirkten auf die Messebesucher überzeugend; jeder, der sich auf der Werkzeugmaschinen-schau in Leipzig von der Leistungsfähigkeit der neuen Hartmetalle überzeugen konnte, wurde für diesen technischen Fortschritt begeisterter Werber.

Im Zuge der Durchführung des Vierjahresplans kommt es bekanntlich nicht nur darauf an, gute Erfindungen zu machen. Die verschwiegene Arbeit und der stille Kampf in den Forschungsanstalten und Versuchswerkstätten müssen darin ergänzt werden, daß jeder technische Fortschritt, der zu der erstrebten Leistungssteigerung beitragen kann, möglichst schnell in die Betriebe, in die Fertigung hinein- getragen wird. Das ist eine der ureigensten Aufgaben der Technischen Messe in Leipzig und zugleich ein gutes

Stück Rationalisierung. Man kann es der Technischen Messe in Leipzig bescheinigen, daß sie in diesem Sinne beste Rationalisierungsarbeit geleistet hat und leistet. Um ein Beispiel dafür anzuführen: An den großen Ausstellungsstücken der rheinisch-westfälischen Stahlfirmen erkannte man auf der Technischen Messe in Leipzig wohl zum erstenmal die ungeheure Bedeutung der plattierten Großbleche für unsere Wirtschaftsbilanz im allgemeinen und für den deutschen Gerätebau im besonderen.

Im Zeichen des Vierjahresplans steht die deutsche Eisen- und Stahlindustrie vor riesigen Aufgaben. Es ist aber so, daß ihr mit den gesteigerten Ansprüchen, die die Nation an sie stellen muß und stellt, auch vermehrte Kraft für die notwendigen Entwicklungsarbeiten wird, so daß sie abermals in Leipzig in der Lage ist, neue Lösungen schwieriger Aufgaben vorzuführen. Was deutscher Forschergeist im Rahmen des Vierjahresplans zu schaffen vermag, dafür sind z. B. die Chrom-Molybdän-Stähle ein gutes Beispiel, die sich u. a. in der Kraftwagenindustrie eingebürgert haben und seit langem dabei sind, auch als Baustoff in die Fertigung einzudringen. Hüttentechniker und Werkzeugmaschinen-techniker arbeiten Hand in Hand und überwinden die Anfangsschwierigkeiten. Wo sich z. B. gegenüber dem üblichen Werkstoff längere Maschinenzeiten ergaben, ist es dieser Zusammenarbeit und Gemeinschaftsarbeit gelungen, zu durchaus üblichen Verarbeitungszeiten zu kommen. Säurebeständige Stähle sind neu geschaffen worden und geben dem Bau von neuen Geräten, von chemischen Maschinen und Pumpen für die Förderung angreifender Flüssigkeiten eine erweiterte Grundlage. Was durch Steigerung der Korrosionsbeständigkeit unserer Stähle während der letzten Jahre an Volksvermögen erspart worden ist, und was bei Verwendung dieser neuen beständigen Stähle noch erspart werden kann, macht recht ansehnliche Werte aus.

Zu der Bedeutung von Stahl und Eisen als Baustoff tritt die Auswirkung der Schneidstähle. Wenn sich in Deutschland seit 1900 eine überragende Werkzeugmaschinenindustrie entwickelt hat, die auf der Werkzeugmaschinen-schau in Leipzig ihr Können vor aller Welt unter Beweis stellt, geht diese Entwicklung nicht zuletzt mit auf die Leistung unserer Stahlindustrie zurück. Mit dem Erscheinen der bekannten Schnellarbeitsstähle um die Jahrhundertwende wurde der ganze Werkzeugmaschinenbau von Grund auf umgewandelt. Die durch die Schnellarbeitsstähle ermöglichten, um etwa 50% höher liegenden Schnittgeschwindigkeiten verlangten eine ganz andere Werkzeugmaschine, die die Beanspruchung durch die höhere Arbeitsgeschwindigkeit und Arbeitsleistung aufnehmen konnte. Deutschland war das Land, das wohl als erstes theoretisch und praktisch die

Wechselbeziehungen nicht nur zwischen Schnittgeschwindigkeit der Werkzeugmaschine und dem Werkstoff untersuchte, sondern auch rechnerische Klarheit in die Wechselbeziehungen zwischen der Ausführung der Maschine und dem verwendeten Konstruktionsbaustoff brachte. In dem Maße, wie die Entwicklung verbesserter Lagerungen usw. die neuzeitliche Werkzeugmaschine möglich machte, hat auch die Entwicklung entsprechender Konstruktionsbaustoffe zu ihrem Werden und zu ihrem Aufstieg beigetragen. Die Hartmetalle, die erst nach dem Weltkrieg erschienen, und nicht weniger die Leichtmetalle, Aluminiumlegierungen und Magnesiumlegierungen, haben die Ansprüche an die Werkzeugmaschine weiter gesteigert und damit auch die Anforderungen an den Konstruktionswerkstoff. Leichtmetalle bedürfen an sich höherer Schnittgeschwindigkeit. Hartmetalle müssen schnell arbeiten, wenn sie wirtschaftlich arbeiten sollen. Aus dieser Verbindung ergab sich für die neuzeitliche Metallbearbeitungsmaschine eine Geschwindigkeit, der nicht nur antriebstechnisch, sondern auch werkstoffmäßig genügt werden mußte. Angesichts des heutigen Standes der deutschen Metallbearbeitungsmaschine darf man nicht übersehen, daß der Stahlmann an ihr in doppelter Hinsicht beteiligt ist, einmal durch den Schneidstahl, des anderen durch den Konstruktionswerkstoff.

Die Einflußnahme der Rohstoffindustrie auf die neuzeitliche Werkzeugmaschine ist heute keineswegs abgeschlossen. Damit hängt zusammen, daß auch jede Technische Messe in Leipzig eine Fülle von Verbesserungen und neuen Bauarten zu bieten hat. Zergliedert man den technischen Fortschritt auf diesem Gebiet, dann kommt man auf die Anregungen aus der Stahlindustrie. Immer wieder ist es die Seele der neuzeitlichen Werkzeugmaschine, die Schnittleistung und mit ihr der Stahl, die den technischen Fortschritt bei der Maschine als Gesamtes weitertreiben. Man kann ruhig sagen, daß die Anregungen von der Stahlseite aus die Hauptentwicklungsrichtung in der Metallbearbeitungsmaschine bedingen.

Auch für den Stahlmann dürfte diese Entwicklungsrichtung viel Beachtenswertes haben. Es ist heute ganz selbstverständlich, daß man bei neuzeitlichen Metallbearbeitungsmaschinen Drehzahlen- und Vorschubbereiche vielfach unterstufte und feinstufig unterteilt, wenn man es nicht vorzieht, der Maschine überhaupt eine stufenlose Regelung zu geben, nicht nur für den Drehzahlbereich, sondern auch für den Vorschubbereich. Hier stellt sich die Anpassung des Werkzeugmaschinenentwerfers an den Stahltechniker dar. Mit der stufenlosen Regelung und der feinstufigen Regelung des Arbeitsangriffs des Stahles am Werkstoff kommt man erst zu jenem Einklang, der erstklassigem Werkstoff durch die Übereinstimmung mit Drehzahl und Vorschub jene Oberflächengüte gibt, die nach Tausendsteln von Millimetern gemessen wird, und die auch das Werkstoffgefüge schont. Andererseits werden die Drehzahlen- und Vorschubbereiche äußerst weit gehalten, mit dem Zweck, auf derselben Maschine harte und weiche Metalle bearbeiten zu können. Ueber neuzeitliche Drehbänke gehen heute z. B. mit dem gleichen guten Erfolg Leichtmetalle und Preßstoffe wie aber auch Stahl und Guß. Bei Bohrmaschinen mit minutlichen Umdrehungszahlen bis 8000 erfaßt man einen Arbeitsbereich, der früher mit drei Einzelmaschinen auszufüllen war. Diese Maschinen mit großen Drehzahlen- und Vorschubbereichen sind in ihrer volkswirtschaftlichen Auswirkung nicht zu unterschätzen. Als Universalmaschinen geben sie auch dem

kleinen Betrieb die Möglichkeit, durch saubere Bearbeitung aus dem Rohstoff herauszuholen, was der Stahlmann in diesen Werkstoff hineingelegt hat.

Andererseits ist eine Entwicklung recht beachtenswert, die gewissermaßen zwischen dem harten Metall und dem weichen Metall einen Trennungsstrich zu ziehen scheint. Immer mehr und mehr erscheinen Werkzeugmaschinen auf dem Markt, z. B. bei kleineren Bohrwerken, die bei sonst gleicher Ausführung einmal darauf abgestellt sind, eine Maschine im oben ausgeführten Sinn für die Bearbeitung von harten und weichen Metallen zu bieten, des anderen eine Maschine für ausgesprochen hohe Drehzahlen, also vorzugsweise für die Bearbeitung von Leichtmetallen, zur Verfügung zu stellen. In der Folge deutet diese Entwicklungsrichtung an, daß sich neben der Maschine zur Bearbeitung von harten Metallen eine ausgesprochene Leichtmetallwerkzeugmaschine herausbildet.

Auch für die Schmelz- und Vergütetechnik bietet die Technische Messe in Leipzig durch ihre Industrieofenschau einen sehr guten Ueberblick. Hier ist es die Automatik für die Bedienung des Ofens und für die Haltung der benötigten schnell erreichbaren Temperaturen, die den Fachmann anzieht, weiter die Entwicklung der Sicherheitsvorrichtungen, die heute so weit entwickelt sind, daß Unglücksfälle nach menschlichem Ermessen kaum eintreten können. Was aber der Industrieofenschau in Leipzig dieses Mal das besondere Bild gibt, sind neue Bauarten, die zum Teil auf neuen Verfahren aufbauen.

Hier finden wir u. a. auch die Kohlestabschmelzöfen, die mit Graphitstäben, einem oder auch mehreren, arbeiten. Der Stromverbrauch solcher Oefen wird für Grauguß mit 500 bis 600 kWh/t angegeben, für Kupfer beispielsweise mit 300 bis 500, für Messing mit 200 bis 250 und für Aluminium mit 500 bis 550 kWh/t. Danach läge der Stromverbrauch etwa auf der gleichen Höhe wie bei den Lichtbogenöfen; gegenüber diesen Oefen liegt jedoch der Graphitverbrauch niedriger. Beachtung verdient auch der Niederfrequenz-Induktionsofen, der sich in neu durchgebildeter Ausführung in den letzten Jahren zum Schmelzen von Leichtmetallen eingebürgert hat. Wie die Baufirma dazu mitteilt, sind bereits einige Oefen mit Abstichleistungen bis 1000 kg in Betrieb.

Auch auf dem Gebiete des Här tens, des Anlassens usw. gibt es eine Reihe von Fortschritten. Dahin gehört die Vorführung eines Oberflächenhärteverfahrens unter Anwendung von Leuchtgas und Sauerstoff. Vorgeführt wird u. a. auch ein Elektroden-Salzbad-Wannenofen, ein elektrisch innenbeheizter Ofen mit Metallwanne, für Zementier- und Härtesalze und für Temperaturen bis 930°. Diese Oefen mit einem großen Nutzraum dürften sich vor allem aus technischen Gründen wohl für solche Betriebe eignen, die in drei Schichten arbeiten. Daneben hat man ein neues Elektroden-salzbad, kombiniertes Elektroden-Tiegelsalzbad, entwickelt, aus der Notwendigkeit heraus, die früher benutzten keramischen Baustoffe vor den Angriffen der Zementationsbäder zu schützen. Diese Aufgabe ist in überraschender Weise dadurch gelöst worden, daß man den keramischen Baustoff überhaupt wegfallen ließ und eine Metallwanne verwendet.

Alles in allem werden, wie auch in den früheren Jahren, so auch dieses Mal wieder von der Leipziger Messe starke Anregungen ausgehen, die nicht nur das technische Schaffen in Deutschland, sondern auch unsere Ausfuhrwirtschaft befruchten werden.

Die Werkstoff-Frage im Großstahlbau.

Von Ernst Hermann Schulz in Dortmund*).

(Der Fortentwicklung der Stähle für den Großstahlbau [Brücken, Hallen, Schiffe, Eisenbahnen, Kessel] — einmal durch Verbesserung der Kohlenstoffstähle, zum anderen durch Ausbildung schwachlegierter Stähle — steht gegenüber die steigende Verwickeltheit der Beanspruchungen [Schwingungsbeanspruchung, Schweißen, höhere Temperaturen, Korrosion, Einfluß der Form und der Abmessungen]. Auswirkung dieser Verhältnisse auf die Prüfung und Abnahme. Einsatz von Betriebs- und Laboratoriumsforschung in Zusammenarbeit mit dem gestaltenden Ingenieur.)

Als Werkstoff für den Großstahlbau, d. h. als Stahl für Brücken, Hallen, Schiffe, Eisenbahnen, Kessel, herrscht bei weitem vor der unlegierte Stahl, besonders der weiche Stahl, dessen Hauptvertreter wiederum der St 37 ist. Es ist aber nicht zu verkennen, daß seit etwas mehr als einem Jahrzehnt ein dauernd steigendes Eindringen von Sonderstählen auf diesem Gebiet stattfindet, und diese Entwicklung dürfte durchaus noch nicht abgeschlossen sein. Das heißt: Wir befinden uns beim Werkstoff für den Großstahlbau wenigstens teilweise in einer Umstellung. Bei dieser Lage erscheint ein Rückblick und ein Ausblick über grundsätzliche Fragen des Werkstoffs im Großstahlbau zweckmäßig, wobei auch angeknüpft werden soll an die Darlegungen von K. Daeves zur Frage der Forschung¹⁾.

Wenn im folgenden dieser Versuch einer solchen Betrachtung gemacht wird, so ist vorweg mit aller Klarheit eine bedeutsame Feststellung zu machen: Der gewöhnliche Baustahl St 37 ist infolge der Möglichkeit einer sehr gleichmäßigen Herstellung, seiner guten Verformbarkeit und Verarbeitbarkeit, seines hohen Widerstandes gegen Stoß- und Schlagbeanspruchung und nicht zum letzten wegen seiner geringen Empfindlichkeit gegen die beim Stahlgebraucher nicht selten vorkommende Mißhandlung unserer Erzeugnisse ein im großen und ganzen recht idealer Werkstoff, der für eine Unzahl von Verwendungszwecken in jeder Beziehung vollkommen ausreicht und — hinsichtlich des Gesamtbildes seiner Eigenschaften — schwer von einem anderen Werkstoff zu übertreffen ist. Diese Tatsache darf nicht dadurch verdunkelt werden, daß der St 37 sich zum „Massenstahl“ entwickelt hat; schließlich konnte er das eben nur auf Grund seiner guten Eigenschaften. Wenn für eine Reihe einzelner Verwendungszwecke im Großstahlbau Sonderstähle erforderlich waren und entwickelt wurden, so sollte das nicht dazu verführen, nun auch von anderen Gebieten nach Sonderstählen Ausschau zu halten und ohne besondere Notwendigkeit zu überlegen, ob und wie nun Sonderstähle benutzt werden könnten. Und weiter: Eine Werkstoffverwechslung, die an sich bedauerlich ist und nicht vorkommen sollte, bei der also vielleicht durch Unachtsamkeit statt St 37 ein Stück Schienenstahl geliefert wurde, sollte nicht zum Anlaß genommen werden, den St 37 abfällig zu beurteilen. Ebenso sollte ein gelegentliches Versagen eines Stückes aus St 37 — vielleicht überhaupt durch falsche Behandlung beim Verbraucher — nicht Anlaß sein, den Stahlwerken eine zweckmäßigere Zusammensetzung des St 37 vorschreiben zu wollen.

Dieser Hinweis auf die Leistungsfähigkeit und Bewährung des St 37 muß unbedingt an die Spitze gestellt werden. Auf der anderen Seite kann die Stahlerzeugung sich selbstverständlich der Notwendigkeit der teilweisen Umstellung durchaus nicht verschließen — diese bedarf im Gegenteil ganz besonderer Beachtung und Behandlung.

*) Vortrag in der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute zu Düsseldorf am 5. November 1938. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschloßfach 664, zu beziehen.

¹⁾ Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1397/1403.

Um zu erkennen, welche Schwierigkeiten aber mit einer solchen Umstellung verknüpft sind oder wenigstens sein können, sei ein kleiner Rückblick gestattet und daran erinnert, daß der so günstig zu beurteilende St 37 auch einmal ein neuer Baustoff war, auf den umgestellt werden mußte, und zwar vom Puddelstahl, vom Schweißstahl aus. Für uns heutige Eisenhüttenleute sind die wirklich nicht geringen Geburtswehen des Flußstahles bereits eine rein historische Erinnerung — so sollte man meinen, in Wirklichkeit reicht aber jene Umstellung hinein bis in unsere Tage! Noch vor wenig mehr als zehn Jahren gab es ein bedeutsames Verwendungsgebiet, auf dem der Puddelstahl sich trotz der mannigfachen Schwierigkeiten, die seiner Verwendung entgegenstanden, wirklich „eisern“ behauptete, nämlich bei den schweren Schiffsketten. Erst in allerjüngster Zeit hat sich hier der Uebergang vom Puddelstahl zum Flußstahl vollzogen. Es bedurfte recht umfangreicher Arbeiten sowohl der Forschung als auch des Stahlwerks und der Kettenfabrik, um diese Umstellung zu ermöglichen, d. h. einen besonderen weichen Flußstahl zu entwickeln, laufend in gleichmäßiger Güte herzustellen und zu verarbeiten, der als Kettenglied und in der Benutzung als Kette durchaus dem Puddelstahl entspricht, also das Siegel der Betriebsbewährung erhielt. Und das, obwohl der weiche Flußstahl bereits seit Jahrzehnten vorher auf Hunderten von anderen Verwendungsgebieten seine leichte Verarbeitbarkeit und Schweißbarkeit durchaus unter Beweis gestellt hatte.

Dies Beispiel lehrt:

1. daß es schwierig sein kann, auf einem Sondergebiet einen Werkstoffaustausch vorzunehmen,
2. daß trotz günstiger Lage hinsichtlich der gebräuchlichen Kurzprüfungen die Betriebsbewährung für Einzelverwendungszwecke schwer zu erringen sein kann; denn die Herstellung eines Flußstahles, der in chemischer Zusammensetzung und Festigkeitseigenschaften dem Puddelstahl für Ketten entsprach, war schon vor zwanzig Jahren durchaus kein Kunststück, nur konnte man daraus keine brauchbaren schweren Ketten herstellen.

So stellt dieser Rückblick auch gleich ein Beispiel auf dem Gebiet des Großstahlbaues dar für die grundsätzlichen Ausführungen von K. Daeves zur Frage der Kurzprüfungen und der Betriebsbewährung¹⁾. Zugleich aber können diese Einzelentwicklung und die daraus gezogenen Lehren zum Teil richtungweisend sein für die Betrachtung von Gegenwartsfragen auf dem Gebiete des Werkstoffs für den Großstahlbau.

Welche Gegenwartsfragen, oder besser, welche Forderungen stellt nun der Großstahlbau an den Forscher und den Stahlerzeuger? Grundsätzlich dürften Fragen vorliegen nach zwei Richtungen.

Einmal besteht auf einer außerordentlich großen Zahl von Gebieten die Neigung zum Leichtbau; es werden Baustoffe verlangt, die sich höher beanspruchen lassen, um mit weniger Masse, weniger Gewicht als bislang auszukommen. Diese Forderung ist auf manchen Gebieten von entscheidender Bedeutung. Es sei nur daran erinnert,

daß unseren Brücken in der zulässigen Spannweite bei der Ausführung in St 37 bestimmte Grenzen gesetzt sind, da sonst das Eigengewicht zu groß wird. Diese Forderung nach der Erhöhung der zulässigen Beanspruchungen ergibt aber auf der anderen Seite auch eine wesentliche Gegenforderung, die der Stahlerzeuger zu stellen hat: die genaue Klärung und Feststellung der tatsächlichen Gebrauchsbeanspruchungen. Es darf dazu beispielsweise festgestellt werden, daß allein schon durch die größenmäßige Fortentwicklung im Großstahlbau die Beanspruchungen offenbar unter gewissen Umständen viel verwickelter geworden sind, ohne daß diese Verhältnisse bereits klargestellt sind. Immerhin stehen hier im Vordergrund noch verhältnismäßig einfache Forderungen, die sich auf die mechanische Beanspruchbarkeit beziehen, also auf die Festigkeit schlechthin, mag es sich nun um die statische Streckgrenze oder die Schwingungsfestigkeit handeln.

Daneben steht aber die zweite Forderung des Großstahlbaues — richtiger gesagt eine Vielheit von Forderungen; es handelt sich um die Ausbildung von Stählen mit Sonderleistungen nach ganz bestimmten Richtungen. Einige Beispiele dafür. Mit am bedeutungsvollsten erscheint die Forderung der Schweißbarkeit in dem Sinne, daß der Stahl sich nicht nur durch die Schweißung zusammenfügen lassen soll, sondern daß die Schweißung ihrerseits nun wieder den Beanspruchungen bei Benutzung des Bauwerkes genügen soll. Hier handelt es sich aber teilweise um Beanspruchungen, die einerseits selbst noch der Klärung bedürfen, andererseits besondere Maßnahmen nicht nur hinsichtlich des Werkstoffs, sondern auch hinsichtlich der Gestaltung und des Schweißens verlangen. Weitere solche Einzelforderungen sind die Erhöhung des Verschleißwiderstandes bei der Eisenbahnschiene, die Herabsetzung der Neigung zur Alterung, besonders bei Kesselbaustoffen, die Erhöhung des Widerstandes gegen korrodierende Einflüsse verschiedener Art und anderes mehr.

Hierzu ist nun zunächst ein Moment herauszustellen, das bei fast allen diesen Einzelfragen eine Erschwerung der Lösung darstellt. Es liegt begründet in einer Gesetzmäßigkeit, die aber leider in den Kreisen der Stahlbenutzer oder wohl der Metallbenutzer ganz allgemein noch nicht ausreichend anerkannt wird — K. Daeves hat sie auch bereits angedeutet —: Wird im Stahl eine Eigenschaft durch Maßnahmen des Herstellers abgeändert, für unseren Fall auf eine höhere Leistung in einer bestimmten Richtung gebracht, so ändern sich damit mindestens zum Teil auch die übrigen Eigenschaften, auch solche, die für den Gebrauch bedeutsam sind. Diese also an sich ungewollt eintretenden Änderungen können aber im ungünstigen Sinne verlaufen. Die Streckgrenze im Stahl läßt sich ohne große Schwierigkeit gegenüber der des St 37 erhöhen, um dem gestaltenden Ingenieur die Anwendung höherer statischer Belastungen zu gestatten; aber damit steigt auch die Härte, die der Bearbeitbarkeit entgegensteht, damit wird das Schweißen weniger leicht als bei St 37, damit wird der Stahl empfindlicher gegen fehlerhafte Behandlung bei seiner Benutzung. Auf dem Gebiete der Sonderstähle für bestimmte Leistungen sind diese Verhältnisse teilweise noch krasser und daher klarer. So mußte bei der Entwicklung der Legierungen für hochwertige Dauermagnete mit der steigenden magnetischen Leistung zunächst statt der einfachen Härtung durch Abschrecken eine verwickelte Wärmebehandlung in Kauf genommen werden und schließlich sogar auf die Warmverformbarkeit, also die Verarbeitung durch Schmieden und Walzen, verzichtet werden.

Im Sinne der Ausführungen von K. Daeves könnte für die meisten Fälle in diesem Zusammenhang der Satz aufgestellt werden, daß mit Erhöhung der Leistung auch die Fehleranfälligkeit oder, besser gesagt, die Empfindlichkeit bei der Verarbeitung und Verwendung steigt. Es mag verständlich erscheinen, daß der Verbraucher Stähle haben möchte, die z. B. in der Höhe der Streckgrenze den St 37 weit überragen, dabei aber dieselbe Unempfindlichkeit, man möchte sagen dieselbe Unverwundlichkeit des St 37 haben. Dies dürfte aber ein frommer Wunsch bleiben, und es ist eben Sache der Stahlverbraucher, sich in ihrer Verarbeitung und Gestaltung auf die für sie ja wertvolleren Werkstoffe einzustellen, was naturgemäß am zweckmäßigsten in gemeinsamer Arbeit mit dem Stahlerzeuger geschieht.

Besonders schwierig wird die Aufgabe naturgemäß dann, wenn der Stahlbenutzer gleich zwei oder mehr neue Forderungen stellt, wie das beim St 52 der Fall war: Einmal sollte die Streckgrenze, die statische Beanspruchbarkeit erhöht werden, zum anderen wurde gleichzeitig in einem außerordentlichen Ausmaß das Schweißen eingeführt und die Anpassung des Stahles an diese Verarbeitung verlangt.

Diesen Forderungen der Stahlverbraucher sei nun gegenübergestellt, welche Möglichkeiten dem Eisenhüttenmann zu ihrer Erfüllung zur Verfügung stehen, um in Stahl besondere Leistungen herauszubilden. Es sind grundsätzlich zwei Wege:

1. Durch besondere Maßnahmen beim Erschmelzen, teilweise auch bei der weiteren Behandlung, kann der Eisenhüttenmann in einem bestimmten Ausmaß Eigenschaften des unlegierten Stahles — selbstverständlich auch des legierten Stahles — willkürlich beeinflussen.

2. Für Sonderzwecke können an die Stelle des St 37 oder auch anderer Kohlenstoffstähle schwachlegierte Stähle treten, eine Entwicklung, die, wie bereits gesagt, noch nicht abgeschlossen ist und der neuzeitlichen Erzeugung des Werkstoffs für den Großstahlbau teilweise ein besonderes Gepräge gibt.

Der erste Weg scheint auf den ersten Blick schwieriger oder sogar wenig aussichtsvoll zu sein; man ist geneigt zu fragen: Wie kann am gewöhnlichen Kohlenstoffstahl, und zwar am Stahl für den Großstahlbau, noch etwas verbessert werden? Das eingangs gebrachte Beispiel des Flußstahles für schwere Ketten dürfte bereits beweisen, daß auch beim Kohlenstoffstahl in unserer Zeit noch Entwicklungsmöglichkeiten vorliegen — es können auch weitere Beispiele angezogen werden. Durch Schmelzföhrung mit Manganreduktion im Siemens-Martin-Ofen wird eine Gesamtgütesteigerung des Stahles erreicht²⁾, und die Erzielung einer Sondereigenschaft, der verringerten Neigung zur Reckalterung, ist ebenfalls rein der Schmelzbehandlung zu verdanken³⁾. Man mag weiterhin zu den Vorschlägen besonderer Schlackenreaktions-Maßnahmen, begonnen mit dem Aston-Verfahren⁴⁾ bis zu den neueren Arbeiten von R. Perrin⁵⁾ verschieden Stellung nehmen — sicher dürften auch hier noch gewisse Entwicklungsmöglichkeiten vorliegen. Besondere Maßnahmen beim Er-

²⁾ P. Kühn: Westdtsh. Techn. Bl. 45 (1935) Nr. 12, S. 2/3, 12 u. 13.

³⁾ A. Fry: Z. bayer. Rev.-Ver. 32 (1928) S. 137/40, 150/53, 164/66 u. 183/84; O. Bauer: Z. bayer. Rev.-Ver. 32 (1928) S. 23/31 u. 41/44; DRP. 545 166 (1926).

⁴⁾ J. Aston: Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engrs. Iron Steel Div., 1929, S. 166/78; vgl. Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 666/67.

⁵⁾ R. Perrin: Bull. Soc. Enc. Ind. nat., Paris, 135 (1936) S. 499/509.

schmelzen sind des weiteren unter Umständen auch erforderlich bei der Ausbildung besonders harter oder weicher Kohlenstoffstähle für Sonderzwecke. Die Erzielung eines hohen Verschleißwiderstandes bei Eisenbahnschienen durch Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes scheiterte zunächst teilweise an dem gleichzeitig fallenden Widerstand dieser harten Schienen gegen Stoß- und Schlagbeanspruchung; besondere Maßnahmen beim Erschmelzen behoben diese Schwierigkeit. Die Entwicklung dieser Schiene gibt aber auch noch einen Hinweis nach anderer Richtung: Der Bestwert im Verschleißwiderstand wurde auch bei diesem erhöhten Kohlenstoffgehalt erst dann erreicht, als durch besondere Walz- und Warmbehandlung der Gefügebau die zweckentsprechende Form erhielt. Ein weiteres Beispiel für die Verbesserungsmöglichkeiten, die eine besondere Wärmebehandlung auch bei einfachen Stählen bietet, ist die erfolgreiche Bekämpfung der Bruchgefahr bei dicken geschweißten Stücken aus St 52 durch vorheriges Normalglühen.

Allerdings werden sich durch Maßnahmen beim Erschmelzen und bei der Nachbehandlung des unlegierten Stahles im großen und ganzen weniger Spitzenleistungen nach bestimmten Richtungen ausbilden lassen, eher wird eine Hebung der gesamten Güte und wohl auch der Gleichmäßigkeit zu erzielen sein. Die Gleichmäßigkeit aber wird sicherlich auch im Großstahlbau an Bedeutung noch weiterhin gewinnen in dem Maße, wie besondere Ansprüche an den Baustahl gestellt werden. So dürfte im besonderen für die Schweißtechnik die weitestgehende Gleichmäßigkeit auch der Kohlenstoffstähle eine erhebliche Bedeutung haben.

Für die Höherzüchtung einzelner Eigenschaften für die Benutzung zu besonderen Zwecken wird dagegen der zweite Weg — der über das schwache Legieren — meist erfolgreicher sein. Das bedeutsamste Beispiel dafür ist der St 52. Ueber die Notwendigkeit seiner Einführung dürfte im Hinblick auf die kühnen Bauten unserer Brückenkonstrukteure Einigkeit bestehen, aber ebenso dürfte Einigkeit herrschen darüber, daß der Entwicklungsgang des St 52 mit recht vielen „Leidensstationen“ besetzt war. Gerade diese Leidensstationen aber sollten von allen beteiligten Seiten aufgefaßt werden als Mahnzeichen für die Notwendigkeit einer in mancher Beziehung anderen Betrachtung und Behandlung des Werkstoffproblems im Großstahlbau.

Der Baustahl St 52 wurde — entsprechend den Wünschen der gestaltenden Ingenieure — aufgebaut rein auf der Grundlage einer Kurzprüfung, nämlich der Streckgrenze⁶⁾. Es erscheint hinreichend bekannt, wie dann verschiedene Momente nacheinander die Betriebsbewährung gefährdeten oder wenigstens zu gefährden schienen; die Frage der Schwingungsbeanspruchung und die teilweise vorhandenen, teilweise vermeintlichen Schwierigkeiten beim Schweißen standen dabei im Vordergrund. Es darf dazu wohl ausgesprochen werden, daß in dieser Entwicklung der Metallurge für sich mannigfache Anerkennung beanspruchen darf; denn an ihn wurden die Schwierigkeiten, die beim benutzenden Ingenieur entstanden, herangetragen, und er hat sie überwunden, soweit dies überhaupt im Rahmen des ihm Möglichen lag.

Überwunden wird außer allem Zweifel auch die kritische Lage, die beim St 52 teilweise im Augenblick wieder vorliegt. Einige Schadensfälle haben gezeigt, daß beim Ver-

schweißen dicker Abmessungen aus St 52 eine bedenkliche Rißgefahr besteht⁷⁾. Restlos geklärt sind diese Erscheinungen und ihre Ursachen zwar noch nicht — eines kann aber wohl festgestellt werden: Wenn zunächst die Ursache in der Zusammensetzung oder Beschaffenheit des verwendeten Stahles gesucht wurde, so war das falsch! Dabei wurde auch in grundsätzlicher Weise gegen die von K. Daevs dargelegten Forderungen über Kurzprüfverfahren und Betriebsbewährung verstoßen. Es wurde eine besondere Prüfungsart entwickelt oder übernommen: Auf eine rechteckige Stahlprobe bestimmter dicker Abmessung wurde eine Schweißbraupe gelegt und diese Probe dem Kaltversuch unterworfen. Aus dem erzielten Biegewinkel sollten dann Rückschlüsse gezogen werden auf die größere oder geringere Neigung des geprüften Stahles zu Rissen auch bei der betriebsmäßigen Verarbeitung und Beanspruchung⁸⁾. In keiner Weise wurde jedoch ein Zusammenhang zwischen dieser Kurzprüfung und der tatsächlichen Bewährung im Brückenbau festgestellt. Die außerordentlich großen Streuungen, die sich bei dieser Schweißbraupen-Biegeprobe ergaben, verleiteten aber leider teilweise dazu, schon Schlüsse über die Wirkung bestimmter Legierungselemente im St 52 auf die Gefährdung schwerer geschweißter Brücken zu ziehen. Dabei wurde eine Kleinigkeit übersehen: Das Legierungselement, das nach dieser Kurzprüfung sich besonders gefährlich auswirken sollte, war in keinem der Stähle vorhanden, die im praktischen Brückenbau Brüche erlitten, so daß also dieses Legierungselement an den praktisch vorgekommenen Brüchen nicht schuld sein kann! Die Probe ließ dagegen ganz einwandfrei erkennen, daß die Neigung zum Bruch unter kleinen und kleinsten Biegewinkeln und zum spröden Bruch mit zunehmender Dicke der Probe stieg, sie erwies sich überhaupt durchaus abhängig von den Abmessungen. Damit hatte die Probe also ergeben, daß bei Stücken mit Schweißbraupen die plastische Verformbarkeit unter statischer Belastung mit steigender Abmessung abnimmt; das aber hatten bereits die Schadensfälle an den Brücken selbst erkennen lassen. Es soll hier nicht weiter eingegangen werden auf die weiteren Theorien, die auf diesen Versuch aufgebaut wurden; zu erwähnen wäre höchstens noch, daß auch die Annahme der verschieden hohen schädlichen Auswirkung der harten Uebergangszonen zwischen Schweiß- und Grundwerkstoff eingehenderen Untersuchungen nicht standhielt. Dagegen spielen nach Untersuchung von K. Schönrock⁹⁾ ganz offenbar die Spannungsverhältnisse in den dicken geschweißten Abmessungen eine ganz ausschlaggebende Bedeutung für die Fehlererscheinungen, wobei die Zusammensetzung des Stahles innerhalb der heute festgelegten Grenzen keine Rolle spielt; auch der so geduldige St 37 verhält sich nämlich bei dieser Probe grundsätzlich nicht anders als der St 52, und aus dem Ausland ist auch ein Fall bekanntgeworden, in dem an einer geschweißten Brücke aus weichem unlegiertem Stahl Brüche eintraten¹⁰⁾. Darauf weist auch eine weitere von allen Seiten bestätigt gefundene Tatsache hin; wenn die Schweißbraupe nach einer Erhitzung des Probestückes auf etwa 300° gezogen wird oder wenn nach dem Ziehen der Schweißbraupe ein Erhitzen auf diese Temperatur erfolgt, so wächst die Verformbarkeit dieser Probe ganz außerordentlich.

⁷⁾ G. Schaper: Bautechn. 16 (1938) S. 346/47; vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 807/09, 980 u. 1094; O. Kommerell: Stahlbau 11 (1938) S. 49/54.

⁶⁾ G. Schaper: Bautechn. 4 (1926) S. 237/38; O. Kommerell: Bautechn. 4 (1926) S. 686/88. H. Kulka: Stahl und Eisen als Werkstoff, Vorträge Werkstofftagung Berlin 1927, Bd. II (Düsseldorf 1928), S. 5/11; vgl. Stahl u. Eisen 47 (1927) S. 2169/70.

⁸⁾ O. Kommerell: Stahlbau 11 (1938) S. 49/54; G. Bierett und W. Stein: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 427/31 (Werkstoffaussch. 417).

⁹⁾ Bautechn. 16 (1938) S. 652/53, Abb. 11 bis 14.

Es darf als erfreulich bezeichnet werden, daß auf der letzten Hauptversammlung des Deutschen Stahlbauverbandes auch G. Schaper den Standpunkt vertrat, daß bei den hier erwähnten Rißerscheinungen im St 52 wohl die Werkstofffrage nur eine sehr untergeordnete Rolle spielte¹¹⁾. Wenn so die Aufgabenstellung sich dahin verschiebt, daß vor allem Maßnahmen der Stahlgebraucher als Gegenmittel gegen solche Schadensfälle in Frage kommen, so wird andererseits die werkstoffkundliche und schweißtechnische sowie die Spannungsforschung bei den Stahlerzeugern ebenso unablässig wie bisher bemüht bleiben, zur Aufklärung jener Schadensfälle beizutragen und für Behebung der Gefahr Sorge zu tragen.

Im übrigen haben die Erfahrungen und Forschungen zur Frage der Schwingungsfestigkeit gerade in den letzten Jahren in aller Klarheit gelehrt, welche bedeutsame Rolle beim Ertragen von Beanspruchungen die Form und die Abmessung der Bauteile spielen. Die Schadensfälle an den Brücken aus geschweißtem St 52 geben den Hinweis, daß die Faktoren Form und Abmessungen sich offenbar auch bei der statischen Beanspruchung auswirken können. Und so wird der Werkstoff-Forscher aus dieser Einzelentwicklung auch den Schluß ziehen müssen, daß er über seine mehr physikalisch-chemisch eingestellte Betrachtungsweise hinaus gerade im Hinblick auf die Betriebsbewährung viel mehr noch eindringen muß in benachbarte Gebiete, in die Mechanik oder, umfassender gesagt, in die Physik. Dadurch werden dann von seiner Seite zu der notwendigen Zusammenarbeit mit dem gestaltenden Ingenieur die notwendigen Schritte getan; er wird sich dabei bewußt bleiben müssen der Grenzen, die ihm für die Einwanderung in das Nachbargebiet gesetzt sind.

Andererseits wäre es wünschenswert, wenn die Stahlverbraucher sich auch der ihnen gesetzten Grenzen in der Kritik des von uns erzeugten Werkstoffes manchmal klarer werden. Insbesondere ist zu warnen vor einer einseitigen Beurteilung des Stahles nach seiner chemischen Zusammensetzung. Es müßte mehr auch zum Bewußtsein der Stahlverbraucher kommen, daß der Charakter, das Wesen und die Eigenschaften eines Stahles nur zum Teil durch die chemische Zusammensetzung, zu einem großen anderen Teil aber durch die metallurgischen Vorgänge bei seiner Herstellung und bei seiner Verarbeitung im Hüttenwerk bestimmt werden. In diesem Zusammenhang sei hingewiesen auf die Feststellungen von A. Ristow, K. Daeves und E. H. Schulz¹²⁾ über die Wirkung des Phosphor- und Sauerstoffgehaltes im Stahl, die erkennen ließen, daß die von den Verbrauchern so vielfach angestrebte Herabsetzung der obersten zulässigen Grenze für den Phosphorgehalt ein Austreiben des — obendrein vielfach nur vermeintlichen — Teufels durch Beelzebub darstellt. Dazu sei weiter vermerkt, daß die gerechte Beurteilung des Phosphorgehaltes im Stahl im Hinblick auf die Bedeutung der Erzeugung von Thomasstahl in unserer Zeit von außerordentlicher Wichtigkeit ist. Diese Überlegungen sollten sinngemäß auch erhöhte Berücksichtigung finden in der Aufstellung und Anwendung von Abnahmevorschriften.

Dem Hinweis — das liegt auch im Sinne der Forderung der Ganzheitsbetrachtung von Daeves — auf die stärkere Beachtung des Einflusses von Abmessung und Form ist noch ein weiterer anzufügen auf einen Faktor, der wohl

mehr in unseren Forschungen berücksichtigt werden müßte, obwohl er für die Durchführung unserer Forschungsarbeiten eine Erschwerung darstellt, es ist der Faktor „Zeit“. Ihr Einfluß ist uns geläufig in der Alterung; immerhin kann hier in ziemlicher Annäherung ihr Einfluß im Versuch ersetzt werden durch die Erhitzung. Ein weiteres Gebiet, auf dem der Einfluß der Zeit ausschlaggebend für den Ablauf des Geschehens ist, ist die Korrosion, das Rosten, hier kann in der Forschung der Langzeitversuch nicht ersetzt werden. Auf die Bedeutung des Faktors „Zeit“ auch bei der Beurteilung und Bewährung warmer Stähle ist E. Houdremont¹³⁾ eingegangen.

Zum Schluß noch ein kurzes Wort im Anschluß an die Darlegungen von K. Daeves zur Frage der Art der Werkstoffforschung auf dem Gebiete des Großstahlbaues. Gewiß wird hier die Zweckforschung wohl überwiegen, gerade die Entwicklung der letzten Zeit hat ja vielfach Fragen im engsten Zusammenhang mit der Verwendung neu aufgeworfen. Es ist dabei wiederum hinzuweisen auf die Fragen der Schwingungsfestigkeit, des Schweißens usw. Aber dabei darf die Bedeutung der Grundlagenforschung auch hier keinesfalls unterschätzt werden. Es handelt sich zunächst um die wissenschaftliche Untermauerung und Sicherung der bereits technisch oder durch Zweckforschung gewonnenen Erkenntnisse. Gewiß genügt es in vielen Fällen für die reine Praxis, wenn eine neue Tatsache, ein neues Geschehen als solches festgestellt wurde, man könnte den Standpunkt einnehmen, daß das „Warum“ dieses Geschehens und seine Aufklärung durch Forschung eine besondere Bedeutung nicht hat, sogar eine Vergewandung von Arbeit, Geld und Geist darstellt. Einmal wehrt sich aber wohl unser ganzes Denken dagegen, einen technischen Vorgang als gegeben hinzunehmen, ohne seine Ursachen, seine inneren Zusammenhänge zu klären und zu erkennen. Weiterhin wird es schneller, besser und klarer möglich sein, sich mit dem Stahlverbraucher zu verständigen, wenn auch die wissenschaftlichen Grundlagen für den Vorgang offenliegen. Schließlich das Allerwichtigste: In sehr vielen Fällen wird die Untermauerung durch die Klärung des „Warum“ und „Wie“ uns auch erst die volle Sicherheit geben für die grundsätzliche Richtigkeit unserer äußeren Beobachtung, sie kann auch zeigen, inwiefern Störungen eintreten können oder wie eine Fortentwicklung noch möglich ist.

Die Grundlagenforschung für die Massenstähle ist aber darüber hinaus ausschlaggebend wichtig bei der Neuentwicklung schwachlegierter Stähle für besondere Beanspruchungen. Sie wird sich zu einem großen Teil vollziehen durchaus zusammen mit der für die legierten Stähle. Es werden sich zwar naturgemäß in der legierungskundlichen Behandlung erhebliche Verschiedenheiten ergeben, besonders im Hinblick auf das Ausmaß des Legierens. Aber auch auf diesem Gebiet gehen die Arbeiten für die Massenstähle und für legierte Stähle vielfach durchaus parallel oder sogar einheitlich. Erinnerung sei nur an die Erforschung der Ausscheidungsvorgänge, die für die Massenstähle ihre Bedeutung hat hinsichtlich der Ausscheidungshärtung etwa durch Kupfer oder Stickstoff, hinsichtlich der Alterungserscheinungen u. dgl. m. Auf dem Gebiete der legierten Stähle sind sie wichtig für die warmfesten Stähle und die neuzeitlichen Magnetlegierungen. Für die Entwicklung unserer schwachlegierten Massenstähle erscheint es dabei wichtig, sich bei den legierungskundlichen Forschungen besonders der Frage der Auswirkung geringer Zusatzmengen von Legierungsmetallen auf die Eigenschaften des Stahles anzunehmen.

¹⁰⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 807/09, 980 u. 1094.

¹¹⁾ G. Schaper: Bautechn. 16 (1938) S. 649/55.

¹²⁾ Mitt. Kohle- u. Eisenforsch. 1 (1935) S. 49/84; Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 889/99 u. 921/30 (Stahlw.-Aussch. 314 u. Werkstoffaussch. 347).

¹³⁾ Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1/8 u. 33/39.

Im übrigen ist K. Daeves durchaus darin zuzustimmen, daß man über die zweckmäßigste Art der Forschung nicht streiten solle, daß es auf den Einsatz des einzelnen Verfahrens am rechten Platz ankommt und schließlich die verschiedenen Forschungsarten zusammengefaßt werden müßten. Vor allem gilt aber auch auf diesem Gebiet ein Satz, den man für alle Betätigungsgebiete schlechthin prägen darf: Gewiß ist das Handwerkszeug — in unserem Falle die Forschung — in seiner Art und Ausbildung für die Erledigung von Arbeiten von großer Bedeutung; — das Wichtigste aber für den Erfolg der Arbeit ist und bleibt doch der Mensch, der sie durchführt.

Zusammenfassung.

Einsatz und Erfolg der Forschung in der Fortentwicklung der legierten Stähle mit besonderen Leistungen ist unstrittig viel augenscheinlicher als bei den Stählen, die im Brücken- und Hallenbau, im Schiffbau, im Eisenbahnbau, in Großkesselanlagen benutzt werden. Durch die allgemeine technische Entwicklung ist aber auch hier an Stelle des früher ganz vorwiegend verwendeten weichen unlegierten Stahles eine Vielfältigkeit von Stählen herausgebildet worden, denn die Beanspruchungen des Werkstoffs auf diesem Gebiet sind immer höher und — was besonders wichtig ist — verwickelter geworden.

Die Forschung auf dem Gebiete der Werkstoffe für den Großstahlbau vollzog sich vorzugsweise in zwei Richtungen. Einmal wurden die unlegierten Baustähle durch besondere Maßnahmen bei ihrer Erzeugung verbessert, wobei entweder die Hebung der Güte ganz

allgemein oder die Herausbildung besonderer Eigenschaften das Ziel sein kann. Der zweite Weg war die Entwicklung schwachlegierter Stähle, und es steht wohl außer Zweifel, daß die Benutzung dieser Stähle im Großstahlbau dauernd steigt. Nicht außer acht gelassen werden darf dabei die weitere Erforschung der Verformungsvorgänge und der Wärmebehandlung. Besondere Walzverfahren können die Gefügeausbildung und damit den Widerstand gegen Brüche günstig beeinflussen, und die Ausscheidungshärtung z. B. in kupferlegierten Stählen dürfte noch ausbaufähig sein. In diesem Zusammenhang ist auch der Erfolg der Normalglühung bei dicken Teilen für geschweißte Brücken zu erwähnen.

Wesentlich ist bei allen diesen Entwicklungen, daß die Forschungen des Werkstoffachtmannes über den engen Rahmen der Legierungskunde und der Metallphysik hinausgehen müssen, um die richtige Berührung oder sogar Ueberschneidung zu finden mit anderen Forschungsgebieten, vor allem denen des gestaltenden Ingenieurs. Das gilt beispielsweise auf dem Gebiete der Schwingungsfestigkeit, des Schweißens und auch für die Korrosionsforschung. Damit kennzeichnet sich auch die hier für den Werkstoffachtmann vorgeschriebene Form der Forschung. Eine ganze Reihe von Fragen müssen bearbeitet werden durch Betriebsforschung, viele andere durch Laboratoriumsforschung. Der richtige Weg wird selbstverständlich der sein, daß diese beiden Arbeitsrichtungen nicht in einen Gegensatz zueinander, sondern zum gesunden Zusammenwirken gebracht werden.

* * *

Zu den Vorträgen von K. Daeves¹⁾, E. Houdremont¹³⁾, E. H. Schulz¹⁴⁾ und A. Thum¹⁵⁾ gab Professor Dr. F. Körber, Düsseldorf, folgendes Schlußwort:

Wir haben soeben vier ausgezeichnete Vorträge gehört, die das Thema „Gegenwartsfragen auf dem Gebiet der Eisenwerkstoffe“ zwar nicht erschöpfend — was bei der Fülle und Vielseitigkeit der Aufgaben begreiflich ist —, aber mit einer bemerkenswerten Geschlossenheit behandelt haben. Leitend, wenn nicht gar beherrschend zog sich durch die Ausführungen aller Vortragenden die Erörterung über die Bedeutung, die der Werkstoffforschung zur Lösung der aufgezeigten Fragen zufällt; und einheitlich klang immer wieder die Betonung der übertragenden Wichtigkeit eines möglichst hohen, aber auch richtig geleiteten Einsatzes der Forschung hindurch. Dieser Zusammenklang ist um so bemerkenswerter, als die Vortragenden, ihrem persönlichen Aufgabenkreis angepaßt, von ganz verschiedenen Standpunkten aus die Werkstofffrage und die Stellung der Forschung innerhalb derselben beleuchtet haben. In den Rahmen, den Herr Daeves in seinen grundsätzlichen Ausführungen über Ziel und Wege der Werkstoffforschung umrissen hat, fügen sich die von den anderen Vortragenden entwickelten Auffassungen und Gedankengänge zwanglos ein.

Wenn es mir erlaubt sei, dieser zusammenfassenden Betrachtung über das Gehörte noch ein Wort meiner persönlichen Einstellung zu den durch Herrn Daeves so klar und überzeugend aufgezeigten Grundlinien einer richtig geleiteten Werkstoffforschung anzufügen, so möchte ich von vornherein mit allem Nachdruck betonen, wie sehr auch ich mich in Übereinstimmung mit den entwickelten Gedankengängen fühle. Wenn ich das hier ausdrücklich hervorhebe, so geschieht es aus dem Wunsch, die Wichtigkeit und grundlegende Bedeutung der Ausführungen des Herrn Daeves zu unterstreichen. Gern und aus voller Ueberzeugung bekenne ich mich zu gleicher Grundauffassung über die Werkstoffforschung. Diese Meinungsäußerung erscheint mir darum zur Beleuchtung der von Herrn Daeves behandelten Aufgaben nicht ohne gewissen Wert, weil ich doch zu der Gruppe von Werkstofforschern gehöre, die in ihrer Arbeit von einem Ausgangspunkt aus und damit auf einem Weg marschieren, die sich von denen unterscheiden, die Herr Daeves bei der Gewinnung so mancher wertvoller Forschungsergebnisse bevorzugt hat. Gewiß bestehen Unterschiede zwischen einer Arbeitsweise, die sich vor-

nemlich auf eine Grundlagenforschung im Laboratorium stützt, und einer solchen, die in überragendem Maß auf planmäßiger Auswertung von Betriebsergebnissen beruht. Diese methodischen Unterschiede aber etwa in eine Gegensätzlichkeit umzudeuten, muß entschieden abgelehnt werden. Ich freue mich, daß die Ausführungen von Herrn Daeves, ergänzt durch die Darlegungen der Herren Houdremont und Schulz, in so überzeugender Weise die Einheitlichkeit der Zielsetzung und die gegenseitige Ergänzung der abweichenden Arbeitsweisen zur Darstellung gebracht haben.

Noch einmal besonders hervorheben möchte ich hier die Mahnung zu einer Ganzheitbetrachtung auch in der Werkstoffforschung, daß wir uns freimachen müssen von der Einseitigkeit der Blickrichtung, wie sie durch die besondere Ausbildung und Einstellung, sei es als Werkstoffforscher, Gestalter, Erzeuger oder Verbraucher, nur zu leicht nahegelegt wird. Bei uns zünftigen Werkstofforschern soll und darf diese Mahnung nicht ungehört verklingen, und wir müssen die mancherlei Ansätze aus den letzten Jahren zu einer solchen umfassenderen Betrachtung der Fragen und zur Zusammenarbeit aller Beteiligten pfleglich entwickeln.

Auch ich habe vor nicht langer Zeit in einem Vortrag¹⁶⁾, der sich mit ähnlichen Fragen befaßte, darauf hingewiesen, daß von der werkstoffkundlichen Seite allein die Lösung der vielerlei und schwierigen Werkstoffaufgaben unserer Zeit und der Zukunft nicht erwartet werden darf. Bei aller Würdigung der erstaunlichen Erfolge in der Entwicklung besserer Werkstoffe auf Grund metallkundlicher Erkenntnisse während der letzten Jahrzehnte muß man sich bewußt bleiben, daß der Entwicklung der metallischen Werkstoffe in den naturgegebenen Eigenschaften der Grundstoffe gewisse Grenzen gesetzt sind, die bei manchen Werkstoffklassen vielleicht schon mehr oder weniger erreicht sind. Für die technische Weiterentwicklung eröffnen sich aber weit größere Möglichkeiten, wenn sich mit dem Bemühen des Werkstofforschers um die Vervollkommnung und Weiterentwicklung der Werkstoffe die Bemühungen des Metallurgen, des Gestalters und des Betriebsingenieurs vereinen, die schon entwickelten und noch zu schaffenden metallischen Werkstoffe in höchster Güte zu erzeugen und durch konstruktive und betriebliche Maßnahmen die den Werkstoffen zugemuteten Beanspruchungen auf ein den Werkstoffeigenschaften angepaßtes Maß herabzusetzen. Vom Gestalter ist zu fordern, daß er sich noch mehr als bisher in das

¹⁾ Seite 247/51 dieses Heftes.

¹⁵⁾ Seite 252/63 dieses Heftes.

¹⁶⁾ Jernkont. Ann. 121 (1937) S. 676/90.

Wesen und die Eigenheiten des Werkstoffs hineinarbeitet und hineinführt, zum mindesten sich bei kritischen Fragen vom Werkstoffachmann beraten läßt. An den Verbraucher ganz allgemein geht die auch schon vom Vortragenden erhobene Forderung, dem Erzeuger und Werkstoffachmann in vertrauensvoller Zusammenarbeit seine Erfahrungen über das betriebliche Verhalten der Werkstoffe zur Kenntnis zu bringen — und zwar nicht nur die schlechten, die ihm Anlaß zu Beanstandungen geben. In der Auswertung von guten Erfahrungen und von erfolgreichen Maßnahmen zur Behebung von anfänglichen Schäden und Mißerfolgen eröffnen sich nicht minder wichtige Einblicke und Anregungen für die technische Weiterentwicklung der Werkstoffe und ihre zweckmäßigste Verwendung. Wie auch die medizinische Forschung sich nicht begnügen darf mit einer Erforschung der Krankheitserscheinungen und -ursachen und der Heilung akut auftretender Erkrankungen, sondern darüber hinaus die Aufgabe hat, die Lebens- und Umweltbedingungen für die Entwicklung gesunder und gegen Krankheiten nicht anfälliger Organismen zu erforschen, so darf auch die Werkstoffforschung nicht nur als Kritiker und Berater bei Schadensfällen eingesetzt werden und, überschüttet mit einer Unzahl von aus irgendwelchen rätselhaften Ursachen schadhaft gewordenen Werkstücken, auf das Gebiet einer pathologischen Anatomie der Werkstoffe eingeengt werden.

Die Zusammenfassung aller Kräfte des Erzeugers und des Verarbeiters, des Verbrauchers, des Gestalters und des Werk-

stoffforschers ist dringende Forderung zur Sicherung der Erweiterung und Vertiefung unserer Erkenntnisse, die ja das Ziel der Werkstoffforschung und, wie Herr Daeves zum Schluß betonte, die Vorbedingung für die schöpferische Tat des technischen Fortschritts ist.

R. Kühnel, Berlin (nachträgliche schriftliche Äußerung): Ich kann den Ausführungen von Herrn Schulz nur mit einer gewissen Einschränkung zustimmen. Die entwickelte Biegeprobe eignet sich meines Erachtens ganz gut zum Nachweis des Einflusses der Konstruktions- und Werkstoffverhältnisse, wie sie bei den beiden gerissenen Brücken bestanden haben. Auch Stähle anderer Zusammensetzung hätten dabei versagen müssen. Dagegen scheint mir der Schluß, daß Stähle St 52, die bei dieser Probe versagen, nun überhaupt nicht zum Schweißen geeignet seien, nicht angebracht; hierin stimme ich dem Vortragenden zu, und zwar gilt das für alle jetzt zugelassenen Arten St 52. Weitere Versuche werden also noch zeigen müssen, wie weit die Folgerungen, die man aus dem Verhalten des St 52 oder St 37 bei dieser Probe ziehen kann, noch eingeschränkt werden müssen.

E. H. Schulz: Zu der Zuschrift von Herrn Kühnel darf ich feststellen, daß unsere Ansichten durchaus nicht weit auseinandergehen, da auch er die Möglichkeit sicherer Rückschlüsse aus der Schweißraupen-Biegeprobe auf das Verhalten der verschiedenen Arten des St 52 in der Schweißpraxis offenbar als noch nicht gegeben betrachtet.

Der Werkstoff in der konstruktiven Berechnung.

Von August Thum in Darmstadt*).

(Entwicklung der konstruktiven Berechnung. Spannungszustand im belasteten Körper. Korbwirkung und Spannungsspitze. Die Formziffer α_k . Spannungsoptische Untersuchungen. Feindehnungsmessungen. Innere Vorgänge im Werkstoff. Auswirkungen einer Korbstelle. Zeitfestigkeit und Schadenslinie. Schlagbeanspruchung. Einfluß des Vergütens. Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit. Schmelzbedingungen und Dauerfestigkeit. Zweckentsprechende Werkstoffauswahl. Steigerung der Dauerhaltbarkeit durch Oberflächenhärten.)

Entwicklung der konstruktiven Berechnung.

Die Voraussetzung für das Gelingen einer Konstruktion ist die richtige Bemessung. In den Anfängen der Technik war man mangels jeglicher Grundlage einer konstruktiven Berechnung ausschließlich auf ein gefühlsmäßiges Abschätzen angewiesen, das durch gute und schlechte Erfahrungen einigermaßen in richtige Bahnen gelenkt wurde. Die Forderung nach genügender Steifheit und Bruch-sicherheit suchte man vor allem durch eine reichlich starke Bemessung zu erfüllen, und der Konstrukteur war deshalb nur zu leicht geneigt, aus Sicherheitsgründen viel zu schwer zu bauen. Werkstoffverschwendung und Gewichtszunahme spielten noch keine maßgebende Rolle.

Es war ein großer Fortschritt der konstruktiven Technik, als durch die Entwicklung der elementaren Festigkeits- und Konstruktionslehre eine Berechnungsgrundlage geschaffen wurde, auf der sich eine bewußte Bemessung einfacher Bauteile aufbauen ließ. Die elementare Konstruktionslehre stützte sich aber auf allzu einfache Annahmen. Sie suchte alle praktisch erforderlichen Festigkeitswerte auf den einfachen Zugversuch an glatten Probestäben zurückzuführen. Die Höchstbeanspruchungen wurden von der elementaren Konstruktionslehre mit Hilfe von ebenfalls viel zu einfachen Annahmen über die Spannungsverteilung, z. B. mit dem Geradliniengesetz, berechnet. Man beachtete nicht, daß das Festigkeitsverhalten eines Werkstoffs nicht nur durch seinen inneren Aufbau, z. B. seine Kristallstruktur, bedingt ist, sondern auch in hohem Maße von der geometrischen Form des fertigen Maschinenteils abhängt. Die tiefe Kluft, die sich zwischen der technischen Wirklichkeit und den grundlegenden Vorstellungen von der Festigkeit auftat, suchte man durch Sicherheitsfaktoren zu überbrücken. Die allgemeine

Einführung von Sicherheitsfaktoren hat aber den Fortschritt der konstruktiven Technik oft sehr gehemmt. Sie gewöhnte den Konstrukteur daran, nicht genügend sorgfältig in der Berücksichtigung von Zusatzkräften zu sein, sie verleitete ihn dazu, die Formeln der Festigkeitslehre rein mechanisch anzuwenden und den Kraftflußverlauf im Maschinenteil ganz unberücksichtigt zu lassen. So kam es, daß trotz hoher Sicherheitsfaktoren sich oft noch Brüche an Bauteilen einstellten.

Man trat deshalb, als der ständige Fortschritt der Technik immer höhere Leistungen und Geschwindigkeiten verlangte, an den Werkstoffhersteller, besonders an den Stahlerzeuger, heran mit der Forderung, durch bessere Stähle dem Konstrukteur die Möglichkeit zu leistungsfähigeren Maschinen zu geben. Allein bei der Höherzüchtung der Stähle erreichte man bald eine Grenze, über die eine Weiterentwicklung der Konstruktionen anscheinend nicht möglich war. Dies kam daher, daß man den Grund für das Versagen einer Konstruktion oft an falscher Stelle suchte. Bei richtiger Betrachtungsweise erkennt man nämlich, daß in solchen Fällen nicht der Werkstoff die Schuld trägt, sondern daß er bisher vom Konstrukteur ungenügend ausgenutzt wurde. Wenn also eine Verbesserung und Leistungssteigerung erreicht werden soll, so muß der Stahlerzeuger von der ausschließlichen Verantwortung für die Sicherheit einer Konstruktion befreit und dafür der Konstrukteur zu einer zweckmäßigen und werkstoffgerechten Gestaltung erzogen werden. Der Konstrukteur muß sich von dem Grundsatz leiten lassen, den Werkstoff richtig auszunutzen, er muß den Ausgleich finden zwischen den sich oft widersprechenden Forderungen nach Leichtbau und Werkstoffersparnis auf der einen und nach Sicherheit der Konstruktion auf der anderen Seite. Er muß sich die Ergebnisse der neuzeitlichen Werkstoffforschung zu eigen machen und bei seiner Gestaltung berücksichtigen, daß der gleiche Werkstoff bei verschiedener Beanspruchung und verschiedener Formgebung sich durchaus verschieden verhalten kann.

*) Vortrag in der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute zu Düsseldorf am 5. November 1938. — Sonderdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

Die Vorbedingung zur Schaffung einer hochwertigen und nach allen Richtungen hin befriedigenden Konstruktion ist also eine innige Verschmelzung der Kenntnisse von den Werkstoffeigenschaften einerseits und dem von der Gestaltung abhängigen Spannungszustand andererseits. Das Zusammenwirken von Werkstoff und Gestaltung bedingt ein Lösen von dem vorherrschenden Begriff der Werkstofffestigkeit und führt uns zu der neuen Lehre von der Gestaltfestigkeit [1]¹⁾. Ein guter Werkstoff in der Hand eines unerfahrenen Konstrukteurs, der die Gesetzmäßigkeiten der beanspruchungsgerechten Gestaltung nicht kennt, wird unbrauchbar. Andererseits kann durch Anwendung neuerer Grundsätze ein geschulter Konstrukteur mit einfachen Werkstoffen auskommen, wie es die noch vor nicht allzu langer Zeit für unmöglich gehaltene Kurbelwelle aus Gußeisen [2] beweist. Natürlich erzielt man die höchsten Festigkeitswerte durch Zusammenwirken von hochwertigem Werkstoff und günstigster Gestaltung, doch lohnt sich dies nur in besonderen Fällen.

Ausgehend von diesen neuen Gesichtspunkten seien zunächst die Spannungszustände eines belasteten Maschinenteils und die dem Konstrukteur gegebenen Möglichkeiten und Wege zur Bestimmung dieser Spannungen betrachtet. Dann soll das Verhalten des Werkstoffs unter dem Einfluß der verschiedenen Spannungen gezeigt werden, und schließlich sollen auf Grund der in untrennbarer Gemeinschaftsarbeit zwischen Konstrukteur und Werkstoffachmann gewonnenen Erkenntnisse Gesichtspunkte zur zweckentsprechenden Werkstoffauswahl gefunden werden.

Spannungszustand im belasteten Körper.

Die Grundlage zur Berechnung eines Konstruktionsteils ist die Kenntnis des durch die äußeren Kräfte hervorgerufenen Spannungszustandes. Ein fester Körper kann in einer beliebig gedachten Schnittebene Kräfte sowohl senkrecht als auch parallel zu dieser Ebene übertragen. Diese Kräfte, auf die Flächeneinheit der betrachteten Ebene bezogen, bezeichnet man als Normalspannungen und Tangential- oder Schubspannungen. Eine unter der Wirkung der äußeren Kräfte entstehende innere Spannung denkt man sich jeweils für die betrachtete Schnittebene in diese beiden Komponenten zerlegt. Dabei gibt es für den allgemeinen Belastungsfall drei aufeinander senkrecht stehende Ebenen, für die die Schubspannungen verschwinden und nur Normalspannungen auftreten. Man spricht dann von den Hauptspannungen des betreffenden Belastungsfalls. Die in jeder beliebigen gedachten Schnittebene auftretenden Normal- und Schubspannungen stehen untereinander in einer bestimmten Gesetzmäßigkeit, die O. Mohr durch seinen Spannungskreis in eine vorbildlich anschauliche und übersichtliche Form gebracht hat, besser, als es mathematische Funktionen vermögen. Dieser Mohrsche Spannungskreis ermöglicht uns einen sofortigen umfassenden Ueberblick über jeden Spannungszustand.

Der einfachste Belastungsfall ist die einachsige Zugbeanspruchung, wie sie beispielsweise beim üblichen Zerreißversuch am glatten Stab vorkommt. Das Wesen dieser Beanspruchungsart kann man sehr gut an einem einfachen Gummimodell [3] erkennen und daran auch anschaulich zeigen, daß bei reiner Zugbelastung im Werkstoff nicht nur Normalspannungen, sondern auch erhebliche Schubspannungen auftreten (Bild 1). Das Sichtbarmachen der Spannungen geschieht zweckmäßig durch kleine Schnitte in das Modell, die sich bei einer Zugspannung senkrecht zur Schnitt- richtung öffnen und bei einer Schubspannung ihre Ränder

gegeneinander verschieben. Die beiden Beispiele zeigen einen Schnitt senkrecht und einen unter 45° zur Achse, in beiden Fällen ist die Belastung gleich und der Schnitt gleich lang. Man sieht, daß rechts sich der Schnitt nur halb so weit öffnet wie links, die Zugspannung unter 45° ist also nur halb so groß wie die Hauptspannung. Außerdem verschieben sich aber im rechten Bild die Schnittländer, und zwar um den gleichen Betrag, wie der Schlitz sich öffnet. Es ist also eine Schubspannung von der gleichen Größe wie die Zugspannung vorhanden.

Dieser einfachste Fall der einachsigen Zugbeanspruchung am glatten Stabe wurde, obwohl er in der Praxis nur wenig vorkommt, den Berechnungen nach der alten Konstruktionslehre zugrunde gelegt. Man nahm bei Zug- und Druckbelastung an, daß sich die Spannung gleichmäßig über den

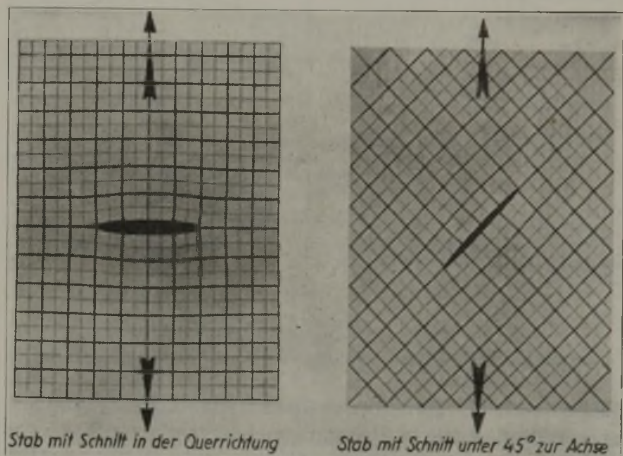


Bild 1. Gummimodell zur Veranschaulichung der Spannungen im gezogenen Flachstab für die Querrichtung und eine Richtung unter 45° zur Achse.

Querschnitt verteilt, bei Biegung und Verdrehung setzte man eine linear ansteigende Spannung voraus. Diese Spannungsverteilung wird jedoch bei geringfügigen Abweichungen von der geradlinigen Werkstückberandung empfindlich gestört. Durch Querschnittsänderungen, Kraftumlenkungen, Kraftangriffsstellen usw., die wir allgemein mit dem Namen Kerbstellen zu bezeichnen gewohnt sind, entstehen Spannungsspitzen, die die unter Voraussetzung gleichmäßiger Spannungsverteilung errechnete Nennspannung weit übersteigen. Der Ermittlung dieser Spannungsspitzen, die besonders bei wechselnder Beanspruchung unsere Konstruktionen stark gefährden, gilt deshalb vor allem das Streben der neueren Forschungen auf dem Gebiete der Gestaltfestigkeit.

Kerbwirkung und Spannungsspitze.

Wie ist die Entstehung dieser Spannungsspitzen und der deshalb so schädliche Einfluß der Kerbwirkung zu erklären? Um diese Frage in möglichst anschaulicher Weise zu beantworten, zieht man häufig ein Gleichnis aus der Mechanik heran: Man vergleicht die Weiterleitung der Kräfte in einem Maschinenteil mit einer strömenden Flüssigkeit [4]. So ist in Bild 2 der durch eine Querbohrung gestörte Kraftfluß am gezogenen Flachstab in Vergleich gesetzt zu der Potentialströmung um einen Zylinder. Man sieht, wie die ursprünglich gleichgerichteten Stromlinien an dem Hindernis umgelenkt werden und sich zusammendrängen. Die Zusammendrängung der Stromlinien zeigt eine Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit an, der beim Kraftfluß eine Erhöhung der Spannungen entspricht. Aber so anschaulich und übersichtlich dieses hydrodynamische Gleichnis auch ist, kann man es leider nur in Ausnahmefällen auch quantitativ auswerten und muß sich im übrigen darauf beschränken,

¹⁾ Die Zahlen in eckigen Klammern beziehen sich auf das Schriftumsverzeichnis am Ende der Arbeit.

aus der qualitativen Betrachtung einen ungefähren Ueberblick über das Auftreten von Spannungsspitzen zu bekommen, ohne auf diesem Weg ihre absolute Größe bestimmen zu können.

Bereits die genaue Nachrechnung des hier gezeigten Beispiels ergibt nämlich, daß die Strömungsgeschwindigkeit am Zylinder höchstens auf den doppelten Wert ansteigt, während die Spannungsspitze an der Querbohrung bei genügend breitem Stab die mittlere Spannung um das Drei-

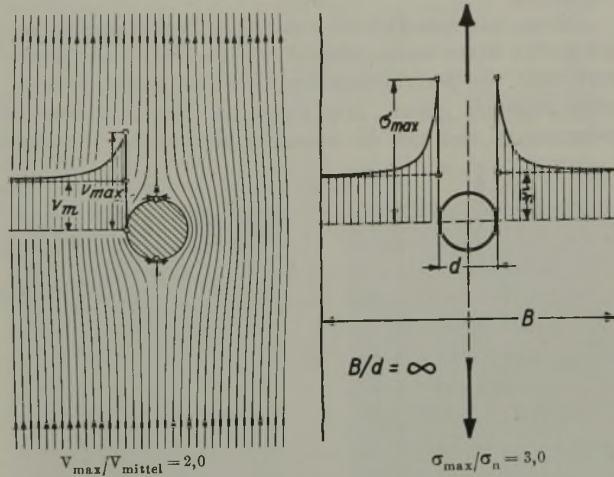


Bild 2. Potentialströmung um einen Zylinder. Spannungsverteilung am Querloch im breiten Zugstab.

fache überhöht. Außerdem geht der Abfall der Spannungsspitze auf die mittlere Spannung viel rascher vor sich als das Abklingen der Geschwindigkeiten in dem Strömungsbild.

Ein anderes anschauliches Mittel, um die durch die Kerbwirkung hervorgerufene Spannungsspitze sichtbar und verständlich zu machen, ist wieder das Gummimodell. In Bild 3 ist ein Modell eines durch einachsigen Zug beanspruchten Flachstabes dargestellt, der mit einer Außenkerbe versehen ist. Die Verzerrung des aufgezeichneten Quadratnetzes zeigt deutlich die Stellen größter Beanspruchung im Kerbgrund an. An Hand dieses Gummimodells läßt sich jedoch nicht nur die Tatsache, sondern auch die Ursache des Auftretens der Spannungsspitze veranschaulichen. Die obere und untere Berandung des hier gezeigten Ausschnittes aus dem gezogenen Stab sind bei der Verformung ebengeblieben, die Störung durch die Kerbstelle hatte also hier keinen Einfluß mehr. Denkt man sich nun den Stab in einzelne Längsstreifen aufgeteilt, was durch die Längslinien des

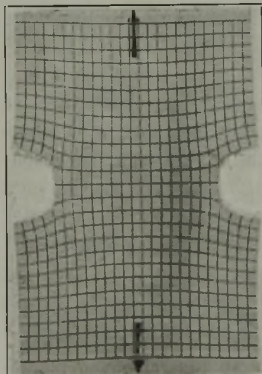


Bild 3. Veranschaulichung der Dehnungen bei einem gezogenen Flachstab mit Außenkerbe.

Quadratnetzes ja schon angedeutet ist, so haben sich diese Längsstreifen zwischen den beiden ebengebliebenen Querschnitten alle um den gleichen Betrag verlängert. Die mittleren Streifen haben diese Verlängerung ermöglicht durch eine über ihre ganze Länge etwa gleichmäßig verteilte Dehnung, während den äußeren Streifen nur das kurze Stück im Kerbgrund als Dehnlänge zur Verfügung steht, da sie in ihrem weiteren Verlauf durch den unbeanspruchten, in den toten Ecken liegenden Werkstoff an einer Dehnung verhindert werden. Die gleiche Verlängerung also, die die Mittel-

streifen über ihre ganze Länge erleiden, haben die Streifen im Kerbgrund auf der kurzen Strecke aufzubringen, demnach muß hier eine wesentlich höhere Spannung herrschen.

Die Formziffer α_k .

Welche Möglichkeiten bieten sich nun, die Spannungsspitze in ihrem wahren Wert zu bestimmen? Die Rechengröße, die dabei gesucht wird, ist die Formziffer α_k [1], die das Verhältnis der Spannungsspitze zu der unter Voraussetzung gleichmäßiger Spannungsverteilung errechneten

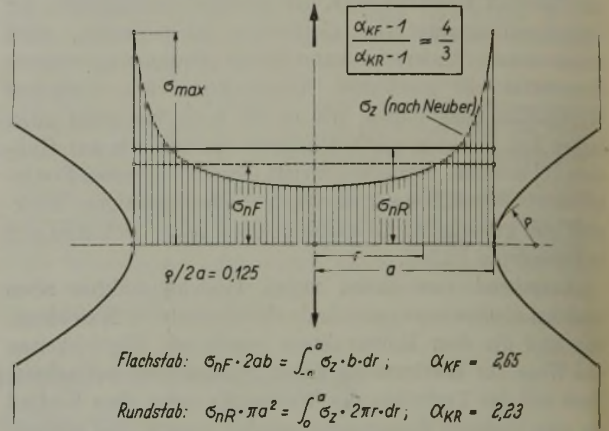


Bild 4. Vergleich der Spannungsverteilung und der α_k -Werte für den gekerbten Flachstab und Rundstab bei Zug.

Nennspannung angibt. Für das vorhin gezeigte Beispiel des gezogenen breiten Flachstabs mit Querloch wäre die Formziffer also $\alpha_k = 3$. Der neueren Forschung ist es nun gelungen, verschiedene Verfahren zur Bestimmung der Spannungsspitze und damit der Formziffer zu finden und so der konstruktiven Berechnung neue Möglichkeiten zu eröffnen.

Ein Verfahren zur Ermittlung des Spannungszustandes, das an und für sich das nächstliegende wäre, ist die mathematische Berechnung der Spannungsspitze auf Grund der Gesetze der Elastizitätstheorie. Diese Berechnung stößt jedoch bereits bei einfach gestellten Aufgaben auf große Schwierigkeiten und führt zu unübersichtlichen Differentialgleichungen, die dem Konstrukteur als Berechnungsgrundlage auf jeden Fall zu umständlich sein müssen. Doch kann man, ohne den Konstrukteur mit der Herleitung zu belasten, ihn mit den Ergebnissen der neueren Kerbspennungslehre [5] vertraut machen und ihm zahlreiche Unterlagen von rechnerisch gefundenen Formziffern zur Verfügung stellen. Vor der rein mechanischen Anwendung dieser Formziffern, die leicht zu Fehlschlüssen führen könnte, bewahrt man ihn durch gleichzeitige Vermittlung von anschaulichen Beispielen. Vor allem muß er sich davor hüten, für die gleiche Kerbform bei verschiedenen Beanspruchungsarten ein und dieselbe Formziffer einzusetzen, ebenso verursacht die gleiche Kerbform beim Flach- und Rundstab verschiedene Formziffern. All diese Verschiedenheiten sind aber durch logische Zusammenhänge miteinander verknüpft, und durch folgerichtige Ueberlegungen und anschauliche Beispiele kann man sich hier Klarheit verschaffen.

So läßt sich z. B. nachweisen, daß für den gezogenen Flachstab und den gezogenen Rundstab bei gleicher Kerbform annähernd die gleiche Spannungsverteilungskurve gilt. Die Kurve ist in Bild 4 eingezeichnet. Auf Grund dieser Erkenntnis hat A. Krisch [6] eine Näherungsformel gefunden, die eine für den praktischen Ingenieur genügend genaue Umrechnung der Formziffer vom gezogenen Flachstab auf den gezogenen Rundstab ermöglicht. Die Formel lautet:

$$\frac{\alpha_{k\text{Flach}} - 1}{\alpha_{k\text{Rund}} - 1} = \frac{4}{3}$$

Durch ähnliche Ueberlegungen kann man aus der Spannungsverteilungskurve für den gekerbten Flachstab bei Zug auch die Spannungsverteilung und die Formziffer für den Fall der Biegebeanspruchung ermitteln, wobei sich herausstellt, daß die Formziffer für Biegung kleiner ist als für Zug.

Die mathematische Berechnung der Spannungsverteilung wird jedoch auch in Zukunft nur in wenigen Fällen und überhaupt nur an mathematisch erfaßbaren Kerbformen möglich sein. Dafür stehen aber dem Konstrukteur schon für viele praktisch wichtige Formelemente versuchsmäßig gewonnene Werte für die Spannungsverteilung und die Formziffer zur Verfügung. Diese Werte wurden zum Teil durch spannungs-



Bild 5. Isochromatenbild eines gebogenen Flachstabes mit Halbkreiskerben (nach M. M. Frocht).

optische Messungen an Modellkörpern oder durch unmittelbare Feindehnungsmessungen an den Konstruktionsteilen selbst erhalten. Die Forschung ist bemüht, diese Verfahren immer weiter auszubauen und zu verbessern, um dadurch entsprechend den Bedürfnissen der Konstruktionstechnik auch die Spannungsverteilung in räumlich verwickelten und schwer zu beurteilenden Fällen bestimmen zu können.

Spannungsoptische Untersuchungen.

Bei der spannungsoptischen oder, wie man früher sagte, photoelastischen Messung [7] von Spannungen benutzt man das besondere physikalische Verhalten verschiedener durchsichtiger Körper, die an und für sich optisch isotrop sind, unter dem Einfluß von Spannungen aber doppelbrechend werden. Schickt man nämlich durch einen belasteten planparallelen Modellkörper aus Glas oder Kunstharz einen linear polarisierten Lichtstrahl hindurch und fängt das Licht nach nochmaliger, entgegengesetzt gerichteter Polarisation auf einer Mattscheibe auf, so erscheinen in dem aufgefangenen Bild des Körpers farbige Linien. Dabei zeigen Linien gleicher Färbung, sogenannte Isochromaten, Stellen gleicher größter Schubspannung an. Verwendet man, wie in dem in Bild 5 gezeigten Beispiel eines auf Biegung beanspruchten gekerbten Flachstabes, einfarbiges Licht, so erscheinen die Isochromaten als abwechselnd helle und dunkle Linien. Aus den Isochromaten läßt sich leicht durch Abzählen die Höhe der größten Schubspannung an jeder Stelle bestimmen. Durch Auswertung dieser Bilder erhält man also Unterlagen über die Spannungsverteilung in dem betrachteten Körper.

Mit diesem und ähnlichen spannungsoptischen Verfahren haben amerikanische Forscher [8] für einige Kerbformen Untersuchungen angestellt, deren Ergebnisse in Bild 6 wiedergegeben sind. Es handelt sich bei diesen Versuchen um die Bestimmung der Formziffer beim gezogenen Flachstab mit Querbohrung, Halbkreiskerbe und Hohlkehleübergang. Der Wert der Formziffer α_k ist für die verschiedenen

Stabformen in Abhängigkeit von dem Verhältnis des Loch- bzw. Abrundungshalbmessers ρ zur Breite b des geringsten Querschnitts aufgetragen. Ohne eingehende Ueberlegung müßte man bei der Betrachtung des Stabes mit Querbohrung und des Stabes mit Halbkreiskerbe annehmen, daß beide die gleiche Formziffer α_k haben; denn beide haben den glei-

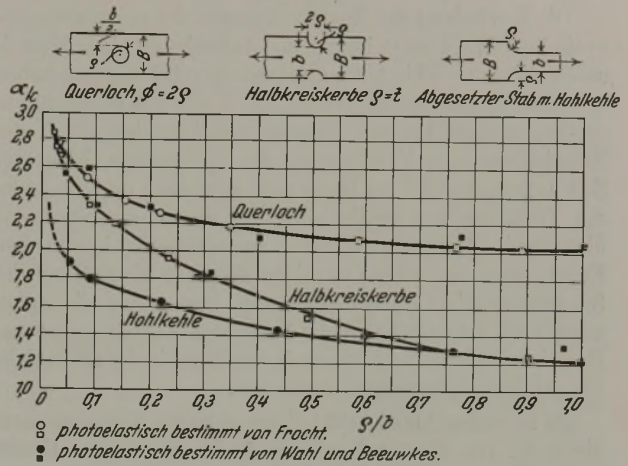


Bild 6. Formziffer für Querloch- und Halbkreiskerben und Hohlkehlen im gezogenen Flachstahl (nach M. M. Frocht).

chen Querschnitt, den gleichen Krümmungshalbmesser im Kerbgrund, sie bestehen sozusagen beide aus geometrisch gleichen Hälften, die nur verschieden zusammengesetzt sind. Und trotzdem weicht der Wert ihrer Formziffer, besonders mit größer werdendem Verhältnis ρ/b , erheblich voneinander ab. Daß mit zunehmendem Kerbhalbmesser der Stab mit Halbkreiskerbe kaum noch eine wahrnehmbare Spannungsspitze aufweist, ist bekannt und auch leicht verständlich, seine Formziffer wird also bei sehr großem ρ/b dem Wert 1 zustreben. Wir nennen diese Erscheinung Lappenwirkung. Warum verhält sich die Formziffer beim Stab mit Querbohrung anders und scheint sich, wie diese Versuche beweisen, dem Endwert 2 zu nähern?

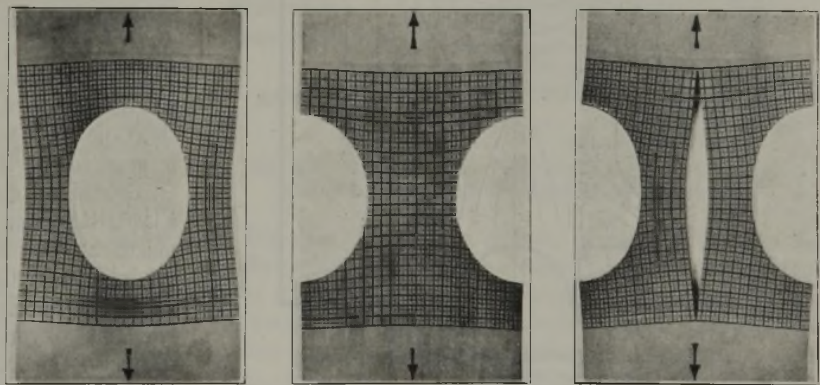


Bild 7. Gummimodelle für den gezogenen Flachstab mit Querbohrung, Halbkreiskerben und Halbkreiskerben mit Längsschlitz.

Die Antwort auf diese Frage gibt uns wieder das Gummimodell (Bild 7), denn es läßt sofort den verschiedenartigen Verformungszustand erkennen. Die starke Verformung bei dem Stab mit großem Querloch zeigt, daß bei Zugbeanspruchung die schmalen kraftübertragenden Stege nach innen gebogen werden. Denn die Zugkraft greift, vom Querschnitt dieser Stege aus betrachtet, außermittig an, beansprucht also den Querschnitt außer mit einer Kraft noch mit einem Biegemoment. Das gleiche Biegemoment tritt zwar auch im mittleren Bild, bei dem Stab mit Halbkreiskerbe, auf, kann sich jedoch nicht in einer Verformung auswirken, da in dem

Mittelsteg Querspannungen entstehen, die eine Biegebeanspruchung verhindern. Erst wenn man diese Querspannungen auslöst, indem man den Stab der Länge nach aufschlitzt, treten in den beiden Steghälften wieder erhebliche zusätzliche Biegebeanspruchungen auf.

Feindehnungsmessungen.

Die Ermittlung des Spannungszustandes auf spannungsoptischem Wege setzt immer die Anfertigung eines Modellstückes voraus. Feindehnungsmessungen [9] dagegen haben den Vorteil, daß sie unmittelbar am Werkstück selbst durchgeführt werden können. Dieses Verfahren hat, dank der Entwicklung und Verfeinerung der Meßtechnik, in letzter Zeit außerordentlich an Bedeutung gewonnen und die anderen Verfahren zur Bestimmung der Spannungsspitze weit überflügelt. Denn die Feindehnungsmessung ist in manchen Fällen sogar der einzig mögliche Weg zur Ermittlung der Spannungsspitze, allerdings werden immer nur die Spannungen an der Oberfläche des belasteten Körpers gemessen. Doch ist dies kein Nachteil, da in der Regel in der Oberfläche die größten Spannungen herrschen.

Es ist einleuchtend, daß bei den geringen Verformungen, die z. B. ein Werkstoff wie Stahl im elastischen Gebiet erleidet, und bei den kleinen Meßlängen, die man zur Bestimmung örtlicher Spannungsspitzen anwenden muß, äußerst feine und empfindliche Geräte notwendig sind, um das gesteckte Ziel zu erreichen. Doch hat die Meßtechnik hier bereits Feindehnungsmeßgeräte entwickelt, die bei einer Meßlänge in der Größenordnung von 1 mm noch Spannungsunterschiede von 0,3 kg/mm² anzeigen. Diese Geräte müssen natürlich eine außerordentliche Vergrößerung der Anzeige haben, die nur noch auf elektrischem Wege erreicht werden kann.

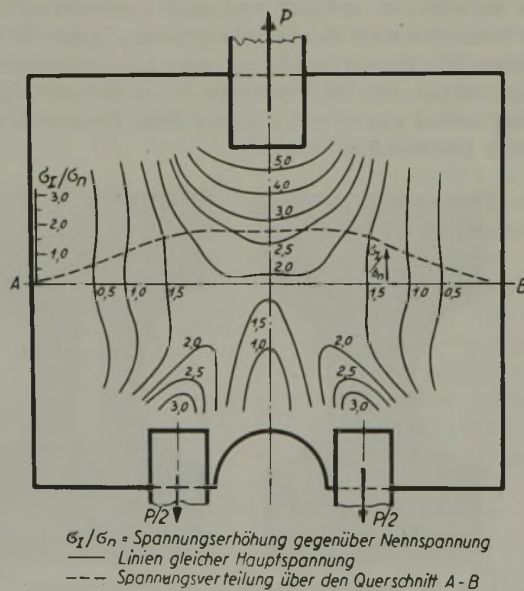


Bild 8. Feld der größten bezogenen Hauptspannung σ_I/σ_n in einer ebenen Platte.

In Bild 8 ist die Spannungsverteilung dargestellt, wie sie sich in der Umgebung von Kraftangriffsstellen ausbildet. Die Werte für die Spannung in den einzelnen Punkten wurden durch Feindehnungsmessungen gefunden. Man sieht, daß in der Nähe örtlich begrenzter Kraftangriffsstellen der Kraftfluß einen gewissen Raum braucht, bis er sich über den ganzen zur Verfügung stehenden Querschnitt verteilt hat. Bei einer ebenen Platte, die durch Einzelkräfte auf Zug beansprucht ist, bilden sich deshalb in der unmittelbaren Umgebung der Kraftangriffsstellen ziemlich hohe

Spannungsspitzen aus. Die in dem Bild eingezeichneten Linien gleicher größter Zugspannung, deren Bezifferung auf die für den Plattenquerschnitt errechnete Nennspannung bezogen ist, machen deutlich auf die gefährliche Wirkung einer einzeln angreifenden Kraft aufmerksam, die Spannungsspitze erreicht längs der obersten eingezeichneten Linie den fünffachen Wert der Nennspannung. Günstiger ist es daher, den Kraftangriff auf zwei Stellen zu verteilen, wie es am unteren Rand der Platte gezeigt wird. Hier ist zwar die unmittelbare Umgebung des Kraftangriffs noch ziemlich gefährdet, doch wurde hier nur etwa der dreifache Betrag der Nennspannung gemessen.

Innere Vorgänge im Werkstoff.

Um die höchste Gestaltfestigkeit eines Konstruktionsteils zu erreichen, muß es unser Ziel sein, auf Grund unseres physikalischen Gefühls in den inneren Mechanismus der Werkstoffvorgänge einzudringen. Die bisher gebrachten Beispiele haben gezeigt, wie die äußeren Beanspruchungsbedingungen und die Gestalt des Konstruktionsteiles den Spannungszustand und die Spannungsverteilung beeinflussen und auf welchen Wegen man Kenntnis über den herrschenden Spannungszustand erlangen kann. Auf dieser Grundlage aufbauend sei nun im folgenden die Frage behandelt, wie sich der Werkstoff unter den verschiedenen ihm auferlegten Beanspruchungszuständen verhält, welche Werkstoffe infolge ihrer besonderen Eigenschaften bei den einzelnen Beanspruchungsarten vorzuziehen und welche Belastungsfälle als besonders gefährlich anzusehen sind und daher eine besonders sorgfältige Werkstoffauswahl bedingen. Man kann dabei sogar feststellen, daß man nicht nur bei der Werkstoffauswahl, sondern sogar bei der Wahl der Fertigungsverfahren und der Wärmebehandlung auf die jeweiligen Beanspruchungsbedingungen Rücksicht zu nehmen hat.

Auch hier sei zunächst wieder von den einfachsten Belastungsfällen ausgegangen und der Verformungsvorgang bei zügiger und bei wechselnder Beanspruchung betrachtet. Zügig nennt man eine Beanspruchung, wenn sie stetig in einer Richtung ansteigend, also sozusagen in einem Zug aufgebracht wird. Zügige Beanspruchung kann entweder langsam oder auch schlagartig erfolgen. In dem ersten Fall spricht man von ruhender Beanspruchung, im letzten Fall von Schlagbeanspruchung, auf die später noch ausführlich eingegangen wird. Im Gegensatz zur zügigen Beanspruchung steht die wechselnde Beanspruchung, bei der die Verformungen ihre Richtung wiederholt wechseln.

Sobald bei einem zähen Werkstoff die Belastungen die Elastizitätsgrenze übersteigen, tritt eine zunächst geringe plastische Formänderung, ein Gleiten, ein. Das Gleiten erfolgt in den Gleitebenen, das sind die Gitterebenen des Kristalles, die am stärksten mit Atomen besetzt sind, unter dem Einfluß von Schubspannungen. Sobald also die Schubspannung eine gewisse Größe, die vom Werkstoff, aber auch vom Beanspruchungszustand abhängt, überschritten hat, beginnt in den Gleitebenen des Kristalls, die gerade in die Richtung der größten Schubspannung fallen, ein Gleiten. Mit zunehmender Schubspannung werden immer weitere Kristalle von der Gleitung erfaßt, auch solche, deren mögliche Gleitebenen nicht genau in die Richtung der größten Schubspannung fallen.

Da die größten Schubspannungen in zwei aufeinander senkrechten Richtungen auftreten, haben die einzelnen Kristallite auch die Möglichkeit, in der einen oder in der anderen Richtung zu gleiten. Bei manchen Werkstoffen treten diese Gleitebenen im Schlibbild in Form von sogenannten Gleitlinien in Erscheinung: Das in Bild 9 wiedergegebene Gefügebild zeigt einen Oberflächenanschliff einer verdreh-

beanspruchten Welle in fünfhundertfacher Vergrößerung. Man sieht deutlich ausgeprägt in verschiedenen Kristallen Gleitlinien, und zwar der Theorie entsprechend in zwei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen.

Überschreitet die ansteigende Belastung die Streckgrenze des Werkstoffes, so nehmen die plastischen Formänderungen Maße an, die die Größenordnung der elastischen Formänderung weit übersteigen, der Werkstoff

× 500

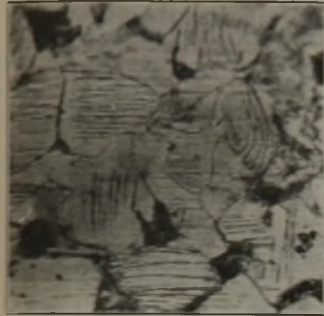


Bild 9. Gleitlinien in Längs- und Querrichtung auf der polierten Oberfläche einer verdrehbeanspruchten Welle nach 1500 Lastspielen. St 37.41.

beginnt zu fließen. Mit dem Fließen ist eine mehr oder weniger große Verfestigung verbunden. Es sind daher z. B. bei einem Zugversuch immer größere Belastungen nötig, um den Stab weiter zu verformen. Überschreiten schließlich die hierbei ständig steigenden Spannungen die Festigkeit des Werkstoffes, so wird ein Bruch ausgelöst, den man als Gewaltbruch bezeichnet.

Bei wechselnder Beanspruchung werden rein elastische Verformungen unendlich oft ertragen. Es können sogar geringe plastische Verformungen in beliebig häufigem Wechsel ertragen werden, wenn nur die Gleitbeträge unterhalb eines gewissen, mit unseren heutigen Mitteln allerdings noch nicht meßbaren Betrages, der Grenzgleitung, bleiben. Bruchgefahr besteht bei wechselnder Beanspruchung also dann, wenn die durch die Schubspannungen hervorgerufenen Gleitungen die Grenzgleitung überschreiten und dadurch eine Kohäsionszerrüttung bewirken. Die Festigkeit wird dabei allmählich erniedrigt, bis sie auf die Höhe der aufgezwungenen Beanspruchung herabgesunken ist. Der dann einsetzende Bruch wird mit Dauerbruch oder Zeitbruch bezeichnet. Der Bruchvorgang bei wechselnder Beanspruchung ist also grundverschieden von dem Bruchvorgang bei zügiger Beanspruchung. Dies ist in der in Bild 10 gezeigten Skizze grob schematisch dargestellt: Während bei rein zügiger Beanspruchung der Werkstoff eine gewisse Festigkeit hat, die schließlich beim Zerreißen von der stetig ansteigenden Last erreicht wird, bleibt bei Wechselbeanspruchung der Belastungsausschlag konstant, dagegen nimmt die Werkstofffestigkeit mit zunehmender Zerrüttung ab, bis sie endlich die Höhe der äußeren Belastung erreicht, so daß der Bruch eintritt.

Auswirkungen einer Kerbstelle.

Mit diesem Unterschied im Bruchvorgang hängt es auch zusammen, daß sich Kerben bei zügiger und bei wechselnder Beanspruchung ganz verschieden auswirken. Bei rein ruhender Beanspruchung ist es für praktisch vorkommende Fälle meist nicht notwendig, auf Kerbwirkung besonders zu achten, namentlich dann nicht, wenn dehnbare Werkstoffe verwendet werden. Die Kerbe bewirkt hier zunächst infolge ihrer fließbehindernden Wirkung eine gewisse Erhöhung der Streckgrenze. Wenn die Kerbe nicht zu scharf ist, erfolgt nach Überschreiten dieser Streckgrenze ein Fließen und damit ein Ausgleich der ungleichförmigen Spannungsverteilung, verbunden mit einer Verfestigung der geflossenen Teile im Kerbgrund. Bei einem Zerreißenversuch an einem gekerbten Probestab aus zähem Werkstoff kann sogar der gekerbte Stab eine größere Bruchlast ertragen, da er sich im Gegensatz zum glatten Stab nicht einschnüren kann. Dies gilt

natürlich nur für Zugbeanspruchung, nicht für Verdrehbeanspruchung.

Bei wechselnder Beanspruchung ist eine Kerbe immer schädlich, sie ist um so gefährlicher, je schärfer sie ist. Da der Dauerbruch durch eine allmähliche Zerrüttung des Werkstoffes entsteht, kommen örtliche Spannungserhöhungen in gefährlichem Maße zur Auswirkung. Bei örtlichem Überschreiten der Dauerfestigkeit erfolgt nämlich zuerst an dieser einen überbeanspruchten Stelle eine Kohäsionszerrüttung und als Folge davon ein Dauerbruchanriß. Dieser Anriß bedeutet nun für die benachbarten Teile eine außerordentlich hohe Kerbwirkung, er schreitet daher allmählich weiter fort und führt im Laufe der Zeit zu einem Bruch des gesamten Teiles. Auch bei wechselnder Beanspruchung wirkt die örtliche Spannungserhöhung in der Kerbe nicht in ihrer vollen Höhe festigkeitsmindernd. Dies liegt daran, daß die benachbarten, weniger hoch beanspruchten Teile eine Stützwirkung ausüben. Die durch die Kerbe bedingte Mehrachsichtigkeit des Spannungszustandes und Ungleichmäßigkeit der Spannungsverteilung bewirken eine gewisse Behinderung der Gleitung im Kerbgrund. Die Dauerfestigkeit wird also durch Kerben zwar erheblich verringert, aber nicht in dem Maße, wie es der elastizitätstheoretisch bedingten Spannungserhöhung im Kerbgrund entsprechen würde. Hat z. B. eine Querbohrung in einem angenommenen Fall eine Formziffer von $\alpha_k = 2,5$, so wird sie praktisch die Dauerhaltbarkeit nicht auf den 2,5ten Teil, sondern nur auf die Hälfte herabsetzen. Ihre Kerbwirkungszahl β_k ist also in diesem Fall etwa 2,0.

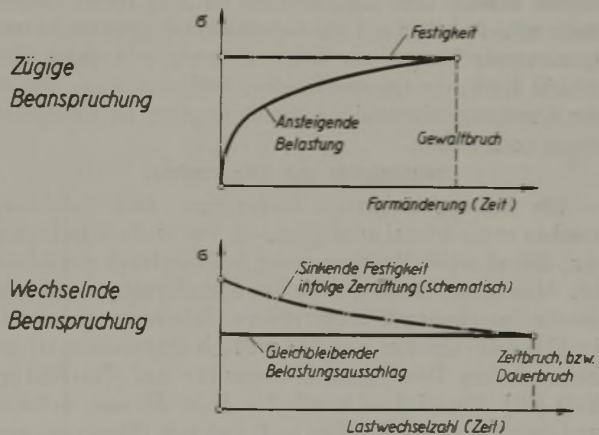


Bild 10. Schematischer Vergleich der Bruchentstehung bei zügiger und bei wechselnder Beanspruchung.

Um den Werkstoff in unseren Konstruktionsteilen bis an die Grenze ausnutzen zu können, müssen wir so konstruieren, daß wir jede Spannungsspitze vermeiden und den Werkstoff in allen Teilen gleich hoch belasten. Dies läßt sich natürlich praktisch nur in Annäherung durchführen, denn durch den konstruktiven Zweck der Teile lassen sich Kerbstellen in vielen Fällen nicht umgehen. In diesen Fällen müssen wir der Kerbstelle einen größeren Querschnitt zubilligen, damit sie die aufgebrachte Belastung sicher aushält. Es würde der Forderung nach Leichtbau widersprechen, wenn man dieser einen Kerbstelle zuliebe das ganze Konstruktionsteil stärker ausbilden würde. Der Werkstoff wäre in diesem Fall im ungekehrten Gebiet ungenügend ausgenutzt. Man kann also solche weniger beanspruchte Stellen entsprechend schwächer halten, so daß das Konstruktionsteil möglichst an allen Stellen gleichmäßig beansprucht wird, also sozusagen einen Körper gleicher Festigkeit darstellt. In anderen Fällen bietet sich bisweilen auch die Möglichkeit, durch das Anbringen von sogenannten Entlastungskernen

den Kraftfluß zu glätten und damit die Spannungsspitzen zu mildern.

Die oben erwähnte Tatsache, daß in einem durch äußere Kräfte einachsigt belasteten Teil im Kerbquerschnitt mehrachsige Beanspruchung auftreten kann, ist wieder sehr anschaulich an einem Gummimodell [3] zu erkennen. Bild 11 zeigt einen auf Zug beanspruchten Flachstab, der mit Spitzkerben versehen ist. In der Umgebung der Kerbe entstehen

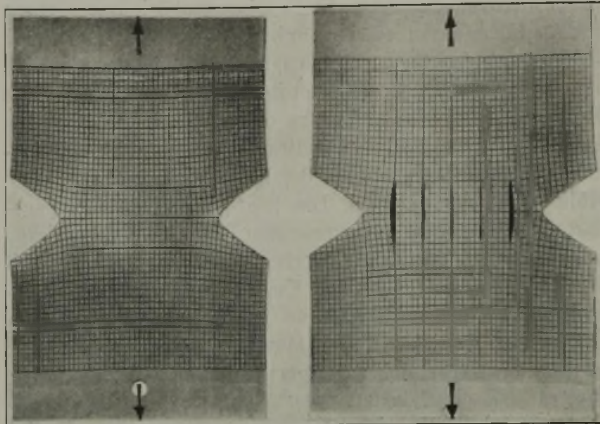


Bild 11. Veranschaulichung der Querspannungen in einem gekerbten Zugstab (durch kleine Längsschlitze im Kerbquerschnitt).

nicht nur Zugspannungen in der Belastungsrichtung, sondern auch quer dazu. Diese Querspannungen werden erkennbar, sobald man sie durch kleine Längsschlitze im Gummimodell auslöst. Die Längsschlitze im Bild rechts klaffen dann auf. Aus dem auf das Gummimodell aufgezeichneten Quadratnetz können wir weiterhin sehen, wie durch eine scharfe Kerbe die Querkontraktion behindert wird. Die an der Kerbe vorbeilaufenden Längslinien gehen im Kerbgrund etwas nach außen.

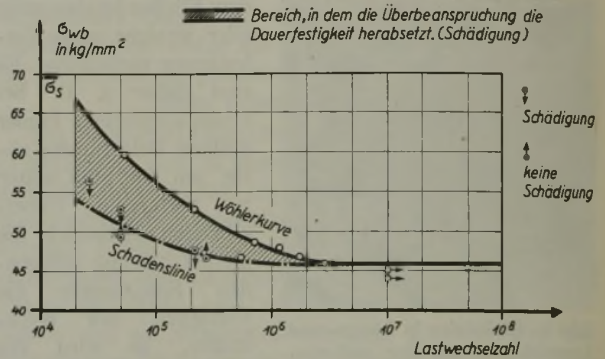
Zeitfestigkeit und Schadenslinie.

Die heute gesteigerten Forderungen nach Leichtbau machen es manchmal unmöglich, ein Teil so stark zu bemessen, daß es seiner Beanspruchung beliebig lange gewachsen ist. Man ist gezwungen, auch Beanspruchungen zuzulassen, die die Dauerhaltbarkeit übersteigen. Man nennt diese heute im Flugzeug- und Fahrzeugbau vielfach angewandte Art der konstruktiven Berechnung Bemessung auf Zeitfestigkeit [10]. Sie wird notwendig für Teile, die man so leicht und damit so schwach halten muß, daß man ihnen von vornherein nur eine beschränkte Lebensdauer zubilligen kann. Wenn man noch annehmen darf, daß die Wechselbeanspruchung, der das Teil unterworfen wird, gleichbleibenden Ausschlag hat, so ist die Bemessung verhältnismäßig einfach. Man kann dann aus der Wöhlerkurve für eine vorgegebene Lebensdauer unmittelbar die zugehörige Zeitfestigkeit ablesen. Schwieriger wird die Bemessung, wenn Wechselbeanspruchungen veränderlicher Höhe oder gelegentliche Ueberlastungen vorkommen.

Die einzelnen Werkstoffe verhalten sich nämlich durchaus verschieden gegenüber zeitweiser Ueberlastung. Manche Werkstoffe können gelegentliche Ueberlastungen ohne Schädigung ertragen, andere nicht. Ueber dieses Verhalten gibt die Schadenslinie [11] Auskunft, die in Bild 12 zusammen mit der zugehörigen Wöhlerkurve eingezeichnet ist. Die Schadenslinie gibt an, wie viele und wie hohe Ueberlastungen von dem Werkstoff ausgehalten werden ohne eine Schädigung, d. h. ohne eine Minderung der Dauerfestigkeit. Die Kurve liegt im Bereich niedriger Lastwechselzahlen mehr oder weniger über dem Wert der Dauerfestigkeit und mündet dann in die Wöhlerkurve ein. Solche Schadenslinien sind

schon, hauptsächlich von amerikanischen Forschern, für verschiedene Werkstoffe versuchsmäßig ermittelt worden, und zwar nicht nur für glatte Probestäbe, sondern auch für gekerbte Konstruktionsteile. Bei manchen Werkstoffen liegen zum Teil auch Ergebnisse darüber vor, ob und wie weit eine 10-, 20- oder 30prozentige Ueberlastung während einer gewissen Lastspielzahl die Dauerfestigkeit erniedrigt.

Um diese Versuchswerte in der konstruktiven Bemessung anwenden zu können, muß man sich Angaben darüber ver-



Nach Versuchen von W. Russell und W. A. Welcker an vergütetem Cr-Mo-Stahl (S. A. E. No. 41 30), Proc. Amer. Soc. Test. Mat. 36 (1936), T. 2.

Bild 12. Wöhlerkurve und Schadenslinie.

schaffen, wie oft eine Ueberlastung von einer bestimmten Höhe im Betrieb vorkommen kann, man muß die Häufigkeitskurve der Belastung [10] kennen. In den letzten Jahren sind solche Häufigkeitskurven von der Art, wie sie in Bild 13 dargestellt ist, für verschiedene Konstruktionsteile ermittelt worden, so z. B. im Lokomotivbau, Landmaschinenbau und im Flugzeugbau. Die zeitlichen Veränderungen der Belastung wurden hierbei durch Feindehnungsmessungen während des Betriebes laufend aufgezeichnet. Solche unter Betriebsbeanspruchung aufgenommenen Häufigkeitskurven bilden die Unterlage, die die Frage der zeitfesten Bemessung in der nächsten Zeit immer mehr in den Vordergrund treten lassen wird.

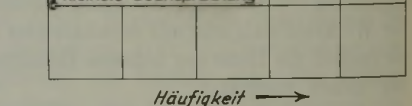


Bild 13. Schema einer Häufigkeitskurve.

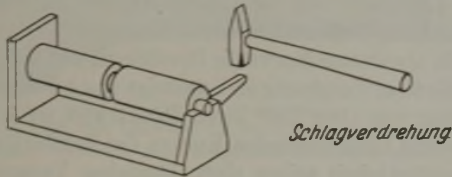
Schlagbeanspruchung.

Die bisher angestellten Betrachtungen bezogen sich nur auf ruhende und wechselnde Beanspruchung. Im Betrieb jedoch hat der Konstrukteur auch sehr häufig mit Schlagbeanspruchungen zu rechnen. Die Gefährlichkeit dieser Schlagbeanspruchung macht es notwendig, sie gesondert zu behandeln. Schlagartige Beanspruchung ist dann gegeben, wenn — um einen häufigen Fall herauszugreifen — ein Körper mit einer endlichen Geschwindigkeit auf einen ruhenden Körper auftrifft und dabei eine plötzliche Geschwindigkeitsänderung, meist bis auf den Wert Null herab, erfährt. Die dabei ausgelösten Kräfte sind bekanntlich verhältnismäßig

den Geschwindigkeitsänderungen, also um so größer, je kürzere Zeit dem Stoßvorgang zur Verfügung steht.

Um die beim Stoß auftretenden Massenkräfte klein zu halten, muß man eben die Stoßdauer durch Zulassung eines größeren Verformungsweges möglichst verlängern und dadurch die Beschleunigungen herabsetzen. Man erreicht dies, wenn man zwischen die Angriffsstelle des Stoßes und die Hauptmasse des Körpers ein federndes Zwischenglied mit möglichst großer Nachgiebigkeit und geringer Masse einschaltet.

Solche Federn haben dann eine gewisse Schlagenergie aufzunehmen und in Formänderungsarbeit umzusetzen. Bei gleicher eingeleiteter Schlagenergie sind die auftretenden Schlagkräfte umgekehrt verhältnismäßig den Verformungen,



Stabform	Volumen	Schlagarbeit	Schubspannung	
			τ_n	τ_{max}
	1	1	1	1
	2,5	1	1,38	~2,5
	3,85	1	3,02	~54

Bild 14. Verdrehbeanspruchung durch Schlagarbeit in Abhängigkeit von der Gestalt.

also um so geringer, je größer die möglichen Verformungen sind. Man ist dabei natürlich bestrebt, die zur Abschwächung der Schlagwirkung notwendige Verformung im elastischen Gebiet zu halten. Es läßt sich nachweisen, daß bei Federn und Formteilen mit gleichbleibendem Querschnitt die elastisch ertragbare Schlagarbeit abhängig ist von dem verformbaren Volumen. Daher ist an und für sich eine Welle mit schwachem Querschnitt zur Aufnahme von Schlagarbeit nicht ungünstig, es ist nur nötig, daß sie eine genügend große Länge besitzt. Ungünstig ist es dagegen, wenn ein solches schlagbeanspruchtes Teil einen ungleichmäßigen Querschnitt hat. In diesem Falle werden für die Verformung und damit für die Aufnahme der Schlagarbeit fast ausschließlich die Gebiete des schwächsten Querschnitts herangezogen.

Man kann sich diese Zusammenhänge an einem einfachen Beispiel für Verdrehbeanspruchung klarmachen. Verdrehbeanspruchung ist für federnde Elemente besonders wichtig, es sei nur an die vielseitige Verwendung der Schraubenfedern und an die immer mehr Eingang findende Drehstabfeder erinnert. In Bild 14 sind drei verschiedene Formelemente gegenübergestellt, die der gleichen Verdrehschlagarbeit ausgesetzt werden sollen. Der erste Stab soll als Bezugseinheit dienen, für ihn seien also Durchmesser, Volumen und auftretende Spannung = 1 gesetzt. Ändert man diesen Stab nun dahin ab, daß man über die halbe Länge seinen Durchmesser verdoppelt, wie es das zweite Beispiel zeigt, so bewirkt diese Verstärkung nicht etwa eine Verbesserung, sondern sogar eine erheblich ungünstigere Beanspruchung. Denn schon die reine Nennspannung, also ohne Berücksichtigung der Kerbwirkung des Absatzes, steigt beträchtlich an, die scheinbare Verstärkung des Stabes bedeutet also nur eine Werkstoffverschwendung, ja noch mehr, eine Gefährdung des schlagbeanspruchten Teiles. Noch krasser werden die Verhältnisse, wenn man den Durchmesser des Stabes über

eine noch größere Länge verdoppelt, so daß nur noch ein Zwanzigstel der Länge den ursprünglichen Durchmesser aufweist, wie die Formgebung des dritten Stabes andeutet. Hier ergibt die Nachrechnung, daß das kleine Volumenelement mit schwächerem Querschnitt fast die Hälfte der gesamten Schlagarbeit aufnehmen muß, so daß die Beanspruchung in diesem Bereich auf das Dreifache gegenüber dem ersten Beispiel ansteigt. Hieraus wird wohl deutlich, welche Gefahr eine Kerbe bei Schlagbeanspruchung mit sich bringt, da fast die gesamte Verformung von dem geringen Werkstoffvolumen im Kerbquerschnitt aufgebracht werden muß. Dabei stellt, wohlgemerkt, in diesem Beispiel die dreifache Spannung nur die Nennspannung dar, die wirkliche Spannungsspitze ist entsprechend der Formziffer der Kerbe noch viel größer.

In neuzeitlichen Maschinen hoher Leistung gibt es Teile, die gelegentlich durch Schläge so hoch überbeansprucht werden, daß sich plastische Formänderungen nicht ganz vermeiden lassen. Besonders im Fahrzeugbau treten bisweilen äußerst hohe Ueberlastungen einzelner Teile auf. Wenn z. B. die Antriebsräder eines Kraftwagens beim Fahren im Gelände durchrutschen und dann plötzlich greifen, werden mitunter durch das schroffe Abbremsen der gesamten umlaufenden Massen hohe Verdrehbeanspruchungen der Antriebswelle bewirkt. Es wäre unsinnig, in diesen Fällen so zu bemessen, daß auch die sehr selten auftretenden hohen Ueberlastungsstöße im elastischen Gebiet aufgenommen würden. Man muß also damit rechnen, daß in diesen seltenen Fällen die Welle über die Streckgrenze beansprucht und plastisch verdreht wird. Deshalb muß man einen Werkstoff wählen, der eine gewisse Anzahl solcher plastischer Verdrehungen aushält.

Einfluß des Vergütens.

Man neigt nun einerseits dazu, bei einem derartig hochbeanspruchten Teil durch Vergüten des Werkstoffes die Streckgrenze so zu heben, daß das Auftreten von plastischen Formänderungen weitgehend ausgeschlossen wird. Ander-

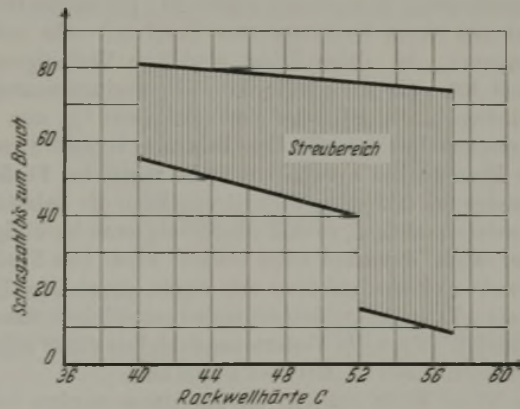
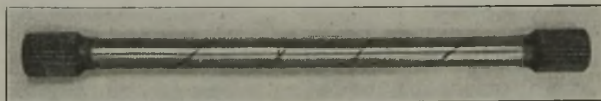


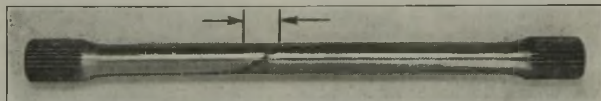
Bild 15. Ertragene Schlagzahl bei verdrehbeanspruchten Kardanwellen in Abhängigkeit von der Rockwellhärte (schematisch).

seits darf man aber mit der Festigkeitssteigerung nicht zu hoch gehen, denn mit der größeren Härte ist eine erheblich geringere plastische Verformungsfähigkeit verbunden. Diese wirkt sich sehr nachteilig aus, wenn gelegentlich doch die Stoßbeanspruchung die Streckgrenze des Werkstoffes übersteigt. In Bild 15 sind Versuchsergebnisse [12] dargestellt, die an Kardanwellen bei gleichem Werkstoff, aber verschiedenen hoher Vergütungsfestigkeit erhalten wurden. Die Wellen wurden durch Schläge in gleichbleibender Richtung verdreht, wobei die Schlagbeanspruchung die Streckgrenze überstieg. Eine gewisse Anzahl von schlagartigen Ueberbeanspruchun-

gen kann die Welle aushalten, man sieht jedoch, daß mit steigender Rockwellhärte bzw. mit abnehmender Anlaßtemperatur die Zahl der ertragenen Schläge geringer wird. Auch wird mit zunehmender Härte der Streubereich der ertragenen Schlagzahl wesentlich breiter. Dies kommt daher, daß sich bei den harten Wellen kleine Werkstofffehler, wie Schlackenzeilen, Oberflächenverletzungen oder Durchmesserunregelmäßigkeiten, weit stärker in einer Minderung der Schlagfestigkeit auswirken.



Gleichmäßig über die ganze Länge verdrehte Welle.
Bruch nach 1450° bleibender Verdrehung.



Welle mit abgegrenztem, querlaufendem Fließbereich.
Bruch nach 170° bleibender Verdrehung.

Bild 16. Gleichmäßig verteiltes und zonenreiches Fließen bei zügig verdrehten Wellen aus Chrom-Vanadin-Federstahl.

Wenn die auf allzu hohe Festigkeit vergüteten Wellen früher brechen als die etwas weicher vergüteten, so liegt dies nicht nur daran, daß die weicheren Wellen eine größere plastische Verformungsfähigkeit aufweisen, sondern hat seinen Grund auch darin, daß der vergütete Stahl mit sehr hoch liegender Streckgrenze keine nennenswerte Verfestigungsfähigkeit mehr hat. Ein Stahl mit fehlender Verfestigungsfähigkeit wird nun an einer besonders gefährdeten Stelle bereits brechen, ehe überhaupt die anderen Teile des Werkstückes zur Aufnahme plastischer Formänderungsarbeit herangezogen worden sind. Man kann es nämlich praktisch nie erreichen, daß eine derartige Welle an allen Stellen in ihrer Festigkeit vollkommen gleich ist, auch können durch die Bearbeitung ganz geringfügige örtliche Schwächungen entstehen. In Bild 16 sind zwei solche Wellen aus verschiedenen Werkstoffen abgebildet. Die untere Welle besteht aus einem hochvergüteten Stahl mit sehr hoher Streckgrenze, der daher keine merkliche Verfestigungsfähigkeit hat. Sie ist zufällig durch Bearbeitungsunregelmäßigkeiten in der Mitte an einer Stelle um $\frac{1}{10}$ mm im Durchmesser schwächer. Bei einer Belastung über die Streckgrenze kommt diese schwächere Stelle zuerst ins Fließen, und infolge der fehlenden Verfestigung kann die Belastung nicht weiter ansteigen, so daß die Streckgrenze im übrigen Teil der Welle überhaupt nicht erreicht wird. Das Fließen beschränkt sich also auf diese eine Stelle, die sich im Bild durch ein scharfes Abknicken der vorher geradlinigen Mantellinie anzeigt. Wenn die Verformungsfähigkeit dieser einzelnen Stelle erschöpft ist, tritt der Bruch ein.

Die obere Welle dagegen ist aus einem weniger hoch vergüteten Stahl hergestellt. Er hat zwar eine tiefere Streckgrenze, ist dafür aber noch weitgehend verfestigungsfähig. Sobald hier irgendeine schwächere Stelle ins Fließen gekommen ist, verfestigt sie sich, und es kann von ihr eine höhere Belastung aufgenommen werden. Dadurch wird die Streckgrenze auch an anderen Stellen erreicht, die dann ins Fließen kommen und sich verfestigen, so daß auf diese Weise die plastische Verformungsfähigkeit der ganzen Welle ausgenutzt wird. Die bis zum Bruch zu erreichende Verdrehung wird ein Vielfaches der Verdrehung der Welle aus dem zu hoch vergüteten Stahl. Die vor dem Versuch geradlinige Mantellinie wird zu einer gleichmäßig ansteigenden Schraubenlinie, ein Beweis, daß sich die Verformung auf die ganze Länge der Welle gleichmäßig verteilt hat.

Die Wahl der richtigen Vergütungstemperatur spielt nicht nur bei Schlagbeanspruchung eine maßgebende Rolle, sondern beeinflußt auch die Werte für Dauerfestigkeit und Zeitfestigkeit bei wechselnder Beanspruchung. Im folgenden sind die Ergebnisse von Versuchen mitgeteilt, die beweisen, daß mit immer weiter gesteigerter Vergütungsfestigkeit nicht nur die Dauer- und Zeitfestigkeit wieder absinkt, sondern auch die Bruchfestigkeit bei zügiger Verdrehung. Gleichzeitig wird daraus ersichtlich, daß eine hohe Vergütungsfestigkeit nur bei einwandfreier Oberfläche Vorteile bringt.

Es handelt sich bei den in Bild 17 dargestellten Versuchsergebnissen um verdrehbeanspruchte Wellen aus einem Chrom-Vanadin-Federstahl, von dem für verschiedene Vergütungsstufen die Bruchfestigkeit, die Zeitfestigkeit für 500 000 Lastspiele und die Dauerfestigkeit bei Ursprungsbeanspruchung bestimmt wurden. Man sieht in dem linken Schaubild als oberste Kurve die Bruchfestigkeit aufgetragen, die mit härterer Vergütung steil ansteigt und bei einer Anlaßtemperatur von etwa 150° ihren Höchstwert erreicht. Die entsprechend tiefer liegenden Kurven der Zeitfestigkeit und der Dauerfestigkeit zeigen einen ähnlichen Verlauf, haben jedoch ihren Höchstwert im Gebiet weicherer Vergütung und fallen dann mit zunehmender Härte wieder erheblich ab. Zur Erzielung höchster Dauerfestigkeit hat sich bei diesem Stahl also eine Anlaßtemperatur von etwa 300° als die günstigste erwiesen, sowohl härtere als auch weichere Vergütung bedeuten eine schlechtere Ausnutzung des Werkstoffs. Härtere Vergütung erweist sich nur bei Bemessung auf Zeitfestigkeit als zweckmäßig oder, wenn gelegentliche Überbeanspruchungen in Frage kommen können.

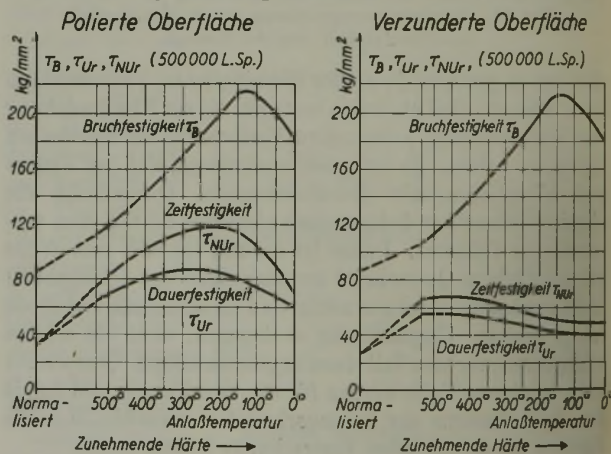


Bild 17. Einfluß von Vergütungstemperatur und Oberflächenbeschaffenheit auf die Festigkeit.

Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit.

Bei den in Bild 17 links dargestellten Versuchen waren die Proben nach der Wärmebehandlung geschliffen und poliert worden, demgegenüber sieht man in Bild 17 rechts den Verlauf der entsprechenden Kurven bei verzunderter Oberfläche. Während sich in der Bruchfestigkeit für die beiden Fälle kaum ein Unterschied feststellen läßt, weichen die Kurven der Zeitfestigkeit und Dauerfestigkeit beträchtlich voneinander ab. Abgesehen davon, daß sowohl die Zeitfestigkeit als auch die Dauerfestigkeit in ihrem Höchstwert um mehr als ein Drittel abgesunken sind, hat sich dieser Höchstwert auch bei beiden Kurven in das Gebiet weicherer Vergütung verschoben, er liegt für die Dauerfestigkeit bei einer Anlaßtemperatur von etwa 500°. So zeigt dieses Beispiel deutlich, daß man auch den Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit einbeziehen muß, um zu ermitteln, mit welcher Vergütungstemperatur sich die größte Steigerung der Dauerfestigkeit erzielen läßt.

Nicht nur in dieser Hinsicht ist die Oberflächenbeschaffenheit von Bedeutung, sondern allgemein hängt die Bewährung eines Werkstückes in hohem Maße davon ab, wie die bearbeitungsmäßige Beschaffenheit der Oberfläche ausgefallen ist. So wird z. B. durch Drehen oder Schleifen die Oberfläche mit unzähligen feinen Kerben durchsetzt, die eine

chungsrichtung brechen. Dennoch können die Bruchrisse auch unter 45° zur Achse ihren Weg nehmen, wenn, wie in *Bild 19* gezeigt ist, die Schleifriefen unter 45° zur Achse liegen. Derartige Brüche haben natürlich keinen ausgesprochenen praktischen Wert, sie dienen lediglich dem Forschungsingenieur zum Überprüfen seiner Anschauungen.

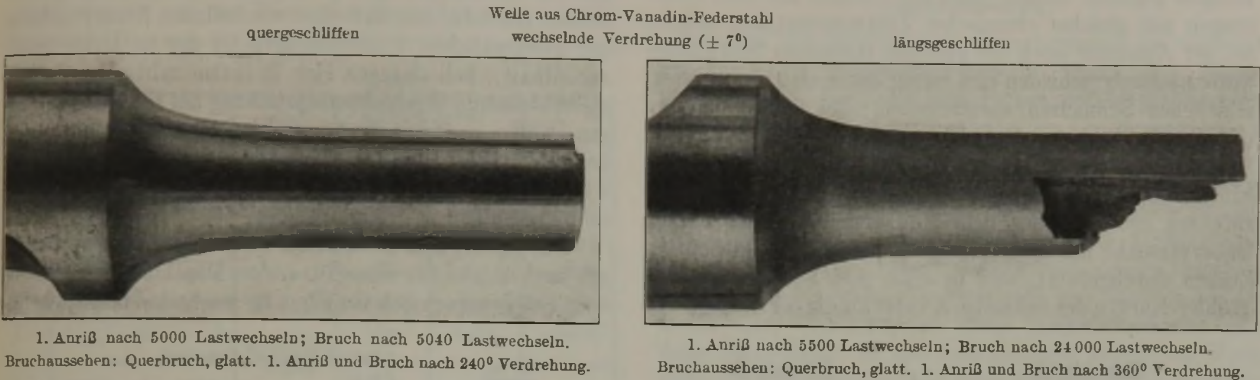


Bild 18. Zügige Verdrehung.

erhebliche Minderung der Dauerfestigkeit gegenüber einem polierten glatten Stab bewirken und darüber hinaus die Bruchausbildung wesentlich beeinflussen. In *Bild 18* sind zwei wechselverdrehete Wellen dargestellt, deren Oberfläche einmal durch Querschleifen, im anderen Fall durch Schleifen in der Längsrichtung bearbeitet war [13]. Man sieht im Bilde links den Zeitbruch bei der quergeschliffenen Welle, der genau einer Schleifriefe folgt, die entsprechend dem langsamen axialen Vorschub der Schleifscheibe einen schwach schraubenlinigen Verlauf hat. Bei der längsgeschliffenen Welle dagegen verläuft der erste Anriß genau in achsenparalleler Richtung, er folgt also auch hier wieder einer

Man hat im vorliegenden Bild einen Biegezeitbruch mit Bruchrisse unter 45° zur Achse, also in Richtung der Schubspannungen. Obwohl die Schubspannungen unter 45° zur Achse nominell nur halb so groß sind wie die axial wirkenden Zugspannungen, verursacht doch die Kerbwirkung der Schleifriefen die ersten Anrisse unter 45°, die sich dann natürlich zu einem im wesentlichen quer verlaufenden Bruch zusammensetzen.

Bild 20 soll noch veranschaulichen, wie man sich die Wirkung der Schleifriefen auf die Ausbildung des Bruches denken kann. Durch die Kerbwirkung der Schleifriefen wird der Spannungszustand so geändert, daß zusammenhängende Gebiete erhöhter Spannung entstehen, die den Dauerbruch-

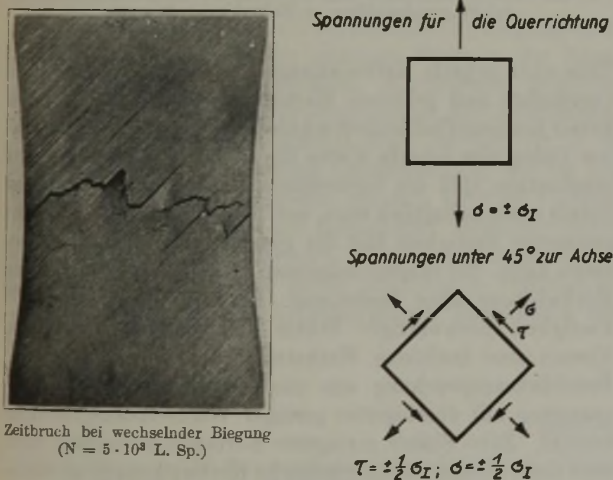


Bild 19. Oberfläche eines unter 45° geschliffenen Flachbiegestabes mit Anrissen unter 45° zur Achse.

Schleifriefe. Bemerkenswert ist hierbei noch, daß die Zeitspanne zwischen erstem Anriß und dem endgültigen Bruch beim längsgeschliffenen Stab wesentlich größer ist. Dies ist darauf zurückzuführen, daß durch den Längsriß die Welle verdrehweicher wird und dadurch bei gleichbleibendem Verformungsausschlag die Beanspruchung sinkt.

Einen noch schlagkräftigeren Beweis für den Einfluß der Schleifriefen finden wir in *Bild 19* [3]. So ist es bisher sozusagen als selbstverständlich angesehen worden, daß durch wechselnde Biegung oder durch wechselnden Druck und Zug beanspruchte Stäbe immer genau senkrecht zur Beanspruchungs-

Oberfläche einer Welle mit Schleifriefen.
Schleifriefen in Richtung größter Schubspannung (d.h. längs oder quer bei Torsion)

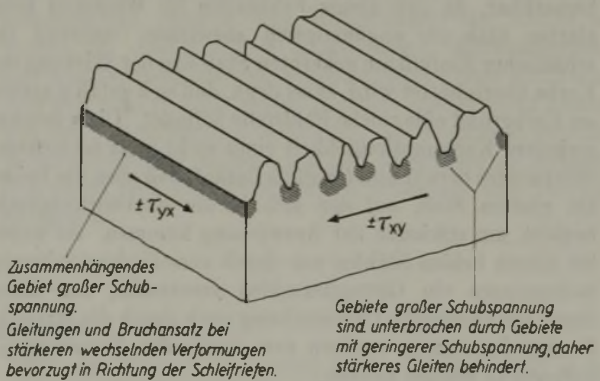


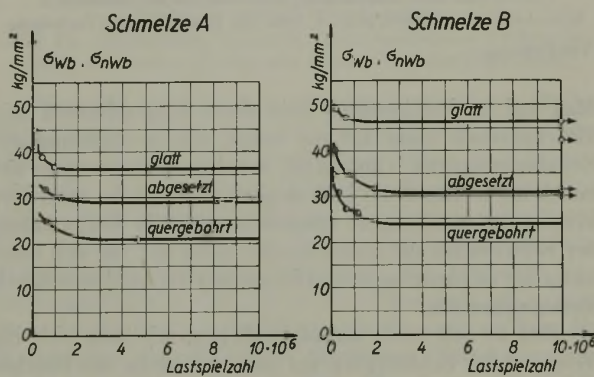
Bild 20. Modell zur Erklärung des Zeitbruchsansatzes bzw. des Verdrehdauerbruchsansatzes in den Schleifriefen.

anriß in die Richtung der Schleifriefen zwingen. Dieses vergrößerte Abbild eines Oberflächenelementes soll zeigen, daß senkrecht zu den Schleifriefen Gebiete großer Schubspannungen durch Gebiete geringerer Schubspannungen unterbrochen sind, wodurch ein Gleiten in dieser Richtung verhindert wird. Dagegen wird wegen des zusammenhängenden Gebietes hoher Schubspannung im Grund der Schleifriefe der Bruchansatz diese Richtung bevorzugen.

Schmelzbedingungen und Dauerfestigkeit.

Der Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit ist noch verhältnismäßig einfach zu erkennen und zu berücksichtigen.

da für ihre Auswirkungen äußerlich sichtbare Anzeichen verantwortlich zu machen sind. Schwieriger wird es schon, wenn man sich erst nachträglich durch eine Rückfrage über die Vorbehandlung eines Teiles Erklärungen für unerwartetes Verhalten suchen muß. Hierfür kann aus den jüngsten Untersuchungen des Instituts des Verfassers ein treffendes Beispiel gegeben werden (Bild 21). Stähle aus zwei Lieferungen mit gleicher chemischer Zusammensetzung zeigten bei der Abnahme auch die gleichen statischen Festigkeitswerte und unterschieden sich einzig darin, daß sie zwei verschiedenen Schmelzen entstammten. Bei Dauerversuchen mit diesen Stählen stellte sich nun heraus, daß die beiden Stähle sich durchaus verschieden verhielten, was nur auf den Einfluß der verschiedenen Schmelzbedingungen zurückzuführen ist. Wie aus dem Bild ersichtlich ist, wurden Dauerversuche mit glatten, abgesetzten und quergeböhrt Stäben durchgeführt, und in allen drei Fällen liegen die Wöhler-Kurven der Schmelze A tiefer als die der Schmelze B.



Schmelze A und Schmelze B haben gleiche chemische Analysenwerte und gleiche Abnahmewerte (stat. Festigkeitseigenschaften)

Bild 21. Einfluß der Schmelzbedingungen auf die Dauerfestigkeit von glatten und gekerbten Rundstäben.

Am stärksten macht sich dieser Unterschied am glatten Stab bemerkbar, da sich kleine Fehlstellen im Werkstoff beim glatten Stab am ungünstigsten auswirken, während ihr schädlicher Einfluß am gekerbten Stab von der Wirkung der Kerbe überschattet wird, es sei denn, daß sich zufällig gerade im Kerbgrund eine solche Fehlstelle befindet. Die scheinbar geringere Kerbempfindlichkeit eines nicht ganz fehlerfreien Werkstoffes beruht also lediglich darauf, daß eben die Fehler am glatten Stab, auf den sich ja die Kerbwirkungszahl bezieht, am stärksten zur Auswirkung kommen. So wurde bei diesen beiden Stählen nur durch verschiedene Schmelzbedingungen ein Güteunterschied verursacht, der weder durch die chemische Untersuchung noch durch die statische Festigkeitsprüfung, sondern erst durch den Dauerversuch aufgedeckt werden konnte.

Zweckentsprechende Werkstoffauswahl.

Ehe nun im folgenden versucht wird, noch einige allgemeingültige Richtlinien für die Werkstoffauswahl zu geben, sei noch ein Beispiel für die Bemessung auf Zeitfestigkeit gebracht. Das Beispiel in Bild 22 soll gleichzeitig zeigen, daß man bei der Auswahl zeitfester Werkstoffe wirklich den ganzen Verlauf der Wöhler-Kurve berücksichtigen muß und nicht glauben darf, daß beispielsweise Werkstoffe mit höherer Dauerfestigkeit auch höhere Zeitfestigkeit haben. In diesem Schaubild sind die Wöhler-Kurven von Schweißverbindungen dargestellt, und zwar einmal eine Schweißverbindung mit einem hochwertigen Stahl von 70 kg/mm² Festigkeit, das andere Mal eine Schweißverbindung mit

einem Stahl St 37. Man sieht, die Dauerfestigkeit ist bei beiden Stählen dieselbe, doch weichen die Wöhler-Kurven im Gebiet niedriger Lastspielzahlen bedeutend voneinander ab. Der hochfeste Stahl hat z. B. für 100 000 Lastspiele eine erheblich höhere Zeitfestigkeit als der Stahl St 37. Die Verwendung einer Schweißverbindung aus hochwertigem Stahl ist also im Bereich geringer Lastspielzahlen unbedingt vorzuziehen. Auch für den Fall einer wechselnden Beanspruchung mit gelegentlichen Ueberlastungen ist der hochfeste Stahl vorteilhaft. Soll dagegen eine in ihrem zeitlichen Verlauf gleichbleibende Wechselbeanspruchung auf die Dauer ertragen werden, so bietet die Anwendung des hochfesten Stahles keine Vorteile mehr, die Werkstoffauswahl wird dann aus wirtschaftlichen Erwägungen heraus zugunsten des Stahles St 37 ausfallen.

Was hier an dem Beispiel der Schweißung gezeigt wurde, gilt auch im gleichen Sinne für andere Maschinenteile. Hochfeste Stähle eignen sich vor allem für wechselnd beanspruchte

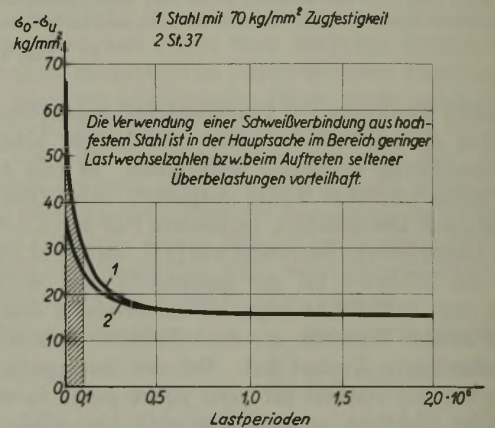


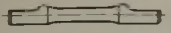
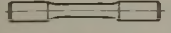
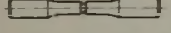
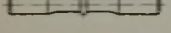
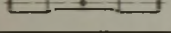
Bild 22. Zug-Schwell-Festigkeitsdiagramm für zwei Stahlsorten

Teile ohne scharfe Kerbwirkung oder für ruhend belastete ungekerbte und gekerbte Werkstücke. Denn wegen ihrer hohen Kerbempfindlichkeit würde bei wechselnd beanspruchten Teilen eine scharfe Kerbe die Dauerhaltbarkeit so weit herabsetzen, daß die Verwendung fester und hochwertiger Stähle unwirtschaftlich wäre, weil man mit billigeren Stählen geringerer Festigkeit fast die gleiche Dauerhaltbarkeit erzielen kann. Bei ruhend belasteten Bauteilen ist dagegen die Kerbwirkung ohne Bedeutung. Es kann daher die hohe Festigkeit hochwertiger Stähle voll ausgenutzt werden. Ebenso sind hochfeste Werkstoffe vorzuziehen, wenn die Betriebsbeanspruchung aus einer hohen statischen Vorspannung mit überlagerter geringer Wechselbeanspruchung besteht. Zähle Stähle geringerer Kerbempfindlichkeit wird man dann wählen, wenn erhebliche Kerbwirkungen an wechselnd belasteten Konstruktionsteilen nicht zu vermeiden sind.

Steigerung der Dauerhaltbarkeit durch Oberflächenhärten.

Ist man weder durch geeignete Formgebung noch durch geeignete Werkstoffauswahl in der Lage, Kerben zu vermeiden bzw. in ihrer Wirkung abzuschwächen, so kann man immer noch versuchen, in den gefährdeten Kerbstellen durch besondere Verfahren eine örtliche Steigerung der Dauerfestigkeit zu erreichen. Während bei weichen Stählen eine Steigerung der Dauerhaltbarkeit durch Aufbringen von Druckeigenstressungen [14] erzielt werden kann, besonders durch Kaltwalzen, Kaltrecken oder Drücken, hat es sich bei härteren Stählen besser bewährt, die Druckeigenstressungen durch Oberflächenhärten oder Nitrieren zu erzeugen.

In der in Bild 23 wiedergegebenen Zahlentafel sind einige Werte zusammengestellt, die die überaus günstige Wirkung der Azetylen-Oberflächenhärtung zeigen. Durch die Azetylenhärtung ist es bei geeigneten Stählen möglich, die Festigkeit in überbeanspruchten Gebieten und an Kerbstellen so weit zu steigern, daß in diesen Gebieten die Bruchgefahr völlig beseitigt wird. Die in diesem Bild gezeigten Probe­stäbe wurden vor der Wechselbeanspruchung brennstrahl­gehärtet. Der erste Stab war über die Prüflänge gehärtet und

Nr.	Stabform	Beanspruchung	Dauerhaltbarkeit in kg/mm^2		Steigerung
			ungehärtet	gehärtet*	
1		Wechselnde Verdrehung	18,8	> 34,7	> 84 %
2		Umlaufende Biegung	27,8	> 50,1	> 80 %
3			20,4	> 50,0	> 146 %
4			16,7	> 32,6	> 95 %
5			17,0	23,5	38 %

* Die Stäbe 1+4 brachen im ungehärteten Teil, die Dauerhaltbarkeit der brennstrahlgehärteten Gebiete liegt also höher als die gemessenen Werte. (Werkst.: St.C 35.61)

Bild 23. Steigerung der Dauerhaltbarkeit von glatten und gekerbten Stäben durch örtliche Azetylenhärtung.

wurde auf wechselnde Verdrehung beansprucht. Der Dauerbruch erfolgte dabei außerhalb der Prüfstrecke in den ungehärteten Einspannköpfen bei einer Belastung, die um 84% höher lag als die Dauerfestigkeit des ungehärteten Stabes. Die Steigerung der Dauerfestigkeit, die durch das Brennstrahlhärten erzielt wurde, ist also bestimmt größer als 84%.

Auch die Stäbe 2 bis 5, die bei umlaufender Biegung untersucht wurden und die die günstige Wirkung des Brennstrahlhärtens bei verschiedenen Kerbformen aufdecken sollten, hatten beträchtliche Steigerungen der Dauerhaltbarkeit aufzuweisen. Beim glatten Stab, im Bild Nr. 2, lag diese Steigerung in derselben Größenordnung wie bei Verdrehbeanspruchung. Besonders deutlich wird die Verbesserung bei Nr. 3, dem Stab mit Rillenkerbe. Auch hier bildete sich der Bruch im ungehärteten Teil aus, ein Beweis, daß die gefährliche Wirkung der Kerbe vollkommen beseitigt ist. Die Belastung, die der Kerbquerschnitt noch sicher aus-

gehalten hat, lag dabei um nicht weniger als 146% höher als die Dauerhaltbarkeit des ungehärteten Stabes. Bei den anderen Kerbformen war ebenfalls ein günstiger Einfluß des Brennstrahlhärtens unverkennbar, wenn auch bei dem Stab mit Querbohrung das Ergebnis nicht ganz so überzeugend ausgefallen ist wie bei den übrigen Kerbformen.

Zusammenfassung.

Sowohl die theoretischen Ueberlegungen als auch die verschiedenen Anwendungsbeispiele hatten den Zweck, allgemein die Ueberzeugung zu wecken, daß bei den heutigen Forderungen der Technik hochwertige Konstruktionen nur durch eine weitgehende Verständigung zwischen Konstrukteur und Werkstofffachmann möglich sind. Leider war es nicht möglich, diese neu entwickelten Grundsätze in allen Einzelheiten und lückenlos darzulegen. Die Ausführungen mußten sich vielmehr darauf beschränken, einige besonders anschauliche Beispiele herauszugreifen, und konnten nur den zukünftigen Weg andeuten. Dem Werkstofffachmann fällt dabei die Aufgabe zu, die vom Erzeuger gelieferten Werkstoffe auf ihre Eignung nach allen Richtungen hin zu prüfen und die Ergebnisse seiner Untersuchungen dem Konstrukteur in möglichst anschaulicher Form zu übermitteln. Der Konstrukteur muß sich sowohl für die Gestaltung wie für die Werkstoffauswahl diese vom Werkstoffprüfer gewonnenen Erkenntnisse zunutze machen, er muß vor allem in der Gestaltung sich die Grundlagen der allmählich entstehenden neuen Konstruktionslehre zu eigen machen. Wenn die Werkstoffprüfung auch noch nicht bis in die letzten Winkel ihres weit ausgedehnten und weit verzweigten Gebietes eingedrungen ist, so ist man doch bereits auf Grund der Fülle von gewonnenen Einzelerkenntnissen so weit, daß man in den meisten Fällen beim Versagen einer Konstruktion eine klare Entscheidung über die Ursachen dieses Versagens fällen kann. Den Konstrukteur trifft bei dem heutigen Stand der Werkstoffforschung und der daraus gezogenen Lehren eine viel schwerere Verantwortung als bisher. Es zeigt sich oft beim Bruch einer Maschine, daß nicht beim Stahlerzeuger, dem man nur allzugern die Verantwortung zuzuschreiben gewohnt war, sondern beim Konstrukteur die Schuld zu suchen ist. Heute stellen Stahlerzeuger, Werkstoffprüfer und Konstrukteur drei gleichwertige Glieder einer Kette dar. Alle drei sind zu einer engen Zusammenarbeit verpflichtet, mit dem hohen Ziel, die Leistungen, die Sicherheit und die Wirtschaftlichkeit unserer heutigen Maschinen zu steigern und damit dem Fortschritt von Wissenschaft und Technik zu dienen.

Schrifttumsverzeichnis.

- [1] A. Thum und W. Bautz: Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 1025/29; vgl. Schweiz. Bauztg. 106 (1935) S. 25/30.
- [2] A. Thum und K. Bandow: Z. VDI 80 (1936) S. 23/27.
- [3] A. Thum: Vortrag auf der 76. VDI-Hauptversammlung Stuttgart 1938. — K. Federn: Dr.-Ing.-Diss. Darmstadt, erscheint demnächst.
- [4] A. Thum und W. Bautz: Arch. techn. Measen 1934, Lfg. 39, S. T 113/15.
- [5] H. Neuber: Kerbspannungslehre. Berlin 1937.
- [6] A. Krisch: Dr.-Ing.-Diss. Berlin 1935.
- [7] L. Föppl und H. Neuber: Festigkeitslehre mittels Spannungsoptik. München 1935.
- [8] M. M. Frocht: J. applied Mech. 2 (1935) S. A 67/68.
- A. M. Wahl und R. Beeuwkes: Trans. Amer. Soc. mech. Engrs. 56 (1934) APM—56—11, S. 617/25.
- [9] A. Thum, O. Svenson und H. Weiß: Forsch. Ing.-Wes. 9 (1938) S. 229/34.
- [10] A. Thum und W. Bautz: Z. VDI 81 (1937) S. 1407/12.
- [11] H. W. Russel und W. A. Welcker: Proc. Amer. Soc. Test. Mater. 36 (1936) II, S. 118/38.
- [12] A. Thum: Dtsch. Kraftfahrtforsch. 1938 Nr. 6.
- [13] A. Thum: Forsch. Ing.-Wes. 9 (1938) S. 57/67.
- [14] A. Thum und W. Bautz: Mitt. Mat.-Prüf.-Anst. Techn. Hochsch. Darmstadt, Heft 8. Berlin 1936.

Erfahrungen in amerikanischen und europäischen Hüttenwerken mit besonderer Berücksichtigung der Verhüttung von Feinerzen.

Von Hermann A. Brassert in Berlin.

[Schluß von Seite 122.]

(Einfluß der Windtemperatur, der Koksgüte und der Möllerverteilung auf die Verbrennungs- und Reduktionsverhältnisse.)

III. Teil: Praxis der Feinerzverhüttung und die Hochofentheorie.

Im vorigen Abschnitt war von der Verhüttung von Feinerzen, wozu auch die Karbonate gehören, im Bereich der Erfahrungen in der Praxis gesprochen worden. Jetzt soll noch versucht werden, dieses stets wachsende Sondergebiet der Roheisenerzeugung im Hinblick auf die Theorie kurz zu behandeln. Danur auf der Grundlage der genauen wissenschaftlichen Erkenntnis der Vorgänge im Hochofen eine zielbewußte Weiterentwicklung möglich ist und dazu nicht genügend Angaben aus dem in Betrieb stehenden Ofeninnern vorliegen, sollten jetzt umfassende Beobachtungen von Temperaturen, Pressungen und Gasanalysen im Hochofen durchgeführt werden bei verschiedenen Windtemperaturen und mit Koksorten verschiedener Verbrennlichkeit, und zwar bei Feinerzen verschiedener Reduzierbarkeit wie auch beim sauren Schmelzen. S. P. Kinney⁸⁾ in Amerika sowie J. Stoecker und Mitarbeiter⁹⁾ in Deutschland haben gezeigt, wie man den Hochofen während des Betriebs untersuchen kann. Auf Grund solcher Messungen und Probenahmen könnte dann vielleicht die Wissenschaft eine theoretische Grundlage schaffen, welche die zum Teil in scheinbarem Widerspruch zu den alten Theorien stehenden Vorgänge erklärt. Man müßte dann eine klare Lösung der wichtigen Fragen finden, weshalb der Ofen bei dem leichtreduzierbaren Feinerzmöller die höhere Windtemperatur nicht annimmt, aber gerade mit der niederen Windtemperatur den geringeren Koksverbrauch erzielt.

Um die Einwirkung der Windtemperatur, Koksgüte, Art der Begiehung und Verteilung von Erz und Koks sowie von Grob- und Feinerz auf den Ofengang in der Praxis zu erforschen, führte man unter Mitwirkung des Verfassers bei der Verhüttung von Mesabi-Erzen und später mit den Karbonaten in Corby viele Versuche durch, um diese verwickelten und zum Teil sich widersprechenden Verhältnisse zu klären. Diese Versuche in Amerika und Corby führten zu der Einsicht, daß beim Verhütten feinkörniger und mulmiger Erze eine Erhöhung der Windtemperatur über ein gewisses Maß hinaus, ähnlich wie der Windmenge, nur dann vorteilhaft ist, wenn die Windpressung dabei niedrig und gleichmäßig bleibt und das Verhältnis der indirekten zur direkten Reduktion dadurch nicht gestört wird.

Die Ursachen dieser Vorgänge sind zunächst rein physikalischer Natur. Die höhere Windtemperatur z. B. erhöht den Rauminhalt und damit auch die Pressung des Windes, der durch die Formen in den mit Koks und einem Gemenge von tropfender Schlacke und Eisen ausgefüllten Verbrennungsraum mit stark erhöhter Geschwindigkeit hineingedrückt werden muß. Sie erhöht auch den Rauminhalt der endgültigen Verbrennungsgase. Die größere Wärmemenge, die eingebracht wird, muß sich deshalb, wenn man den Ofen im ganzen betrachtet, bis an die Gicht hinaus auswirken, wenn sie nicht durch ein schwereres Erz-Koks-Verhältnis in der Beschickung ausgeglichen wird. Das ist

aber nur dann möglich, wenn das günstige Verhältnis der indirekten zur direkten Reduktion erhalten bleibt. Dies beruht seinerseits auf einem Gleichgewicht, das äußerst empfindlich ist und gerade durch Temperaturschwankungen leicht gestört wird. Sind die Erze dazu noch mulmig und fein, so ist der Widerstand gegen die aufsteigenden Gase größer als bei Stückerzen, und die Erhöhung der Temperatur des Windes und damit seines Rauminhalts führen um so leichter zu Störungen.

Die Reduzierbarkeit der Erze ist von zwei Faktoren abhängig, einmal von der Natur der Bindung des Eisens, zum anderen von ihrer Stückgröße. Bei Erzen gleichen chemischen Aufbaues steigt die Reduzierbarkeit mit fallender Korngröße, weil dann die Diffusionswege für die reduzierenden Gase kürzer werden. Hierin liegt der Vorteil, den Feinerze vor Stückerzen haben. Durch weitgehendes Brechen der stückigen Erze kann ferner die Wirtschaftlichkeit des Hochofens auch bei gutartigen Erzen immer noch erhöht werden, wenn der Hochofen nur richtig, d. h. auf einen hohen Anteil indirekter Reduktion hin, geführt werden kann. Dies ist aber nur möglich, wenn man Windpressung und Windtemperatur auf den Möller zur Erreichung eines Höchstwertes an indirekter Reduktion einstellen kann. Voraussetzung aber hierfür ist, daß der Möller gleichmäßig reduzierbar ist; denn zu einem bestimmten Grad der Reduzierbarkeit gehört eine bestimmte Abstimmung dieser beiden Faktoren.

Da nun bei Erzen gleichen chemischen Aufbaues die Reduzierbarkeit verschiedener Stückgrößen verschieden ist, wird diese Abstimmung niemals gelingen, wenn Grob- und Feinerz durcheinander aufgegeben werden, denn das Groberz würde eine andere Einstellung von Windmenge und Windtemperatur verlangen als das feine Erz. Man kann aber unmöglich gleichzeitig mit zwei verschiedenen Einstellungen fahren. Daraus geht ohne weiteres hervor, daß man die Erze auf gleichmäßige Stückgröße brechen und den dabei entfallenden Staub sintern muß. Andererseits gibt aber der Umstand, daß die Reduzierbarkeit von der Korngröße des Erzes abhängt, ein Mittel an die Hand, durch entsprechende Wahl der Stückgröße auch aus verschiedenen leicht reduzierbaren Erzen einen Möller von annähernd gleichmäßiger Reduzierbarkeit zusammenzustellen, indem man für die einzelnen Erzsorten um so feineres Korn wählt, je schwerer reduzierbar sie sind¹⁰⁾.

Bei Erzen mit hohem Kohlensäuregehalt ist die Gleichmäßigkeit der Körnung aber noch aus einem anderen Grunde wichtig. Die Austreibung der Kohlensäure nimmt bei sonst gleichen Temperaturverhältnissen eine um so längere Zeit in Anspruch, je größer die Stücke sind. Für einen regelmäßigen Hochofengang ist es aber notwendig, diesen Vorgang auf eine bestimmte Zone des Schachtes zu beschränken. Dies ist aber unmöglich, wenn verschiedene große Stücke vorhanden sind, die selbst bei gleicher Absinkgeschwindigkeit im Schacht verschieden lange Zeiten zur Zersetzung brauchen, so daß die großen langsam die Kohlensäure abgebenden Stücke die Zone der Kohlensäureaustreibung auch in solche Bereiche ausdehnen, in denen das aus

⁸⁾ Blast Furn. 13 (1925) S. 243/47; vgl. Stahl u. Eisen 46 (1926) S. 441/44.

⁹⁾ Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 4217/21 (Hochofenaussch. 114); 51 (1931) S. 1449/62 (Hochofenaussch. 124). Michel, A.: Einfluß der Windführung auf den Hochofengang. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 1073/80 (Hochofenaussch. 142).

¹⁰⁾ Vgl. hierzu Wagner, A., A. Holschuh und W. Barth: Möllering nach physikalischen Grundsätzen. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 1109/18 (Hochofenaussch. 131).

den kleinen Stücken entstandene Feinerz bereits mit der Schlackenbildung beginnt.

Wenn man aber den Vorteil der Leichtreduzierbarkeit der mulmigen und feinkörnigen Erze nicht in hohem Maße ausnutzt, hat man bei der Verhüttung solcher Erze nur Schwierigkeiten, ohne den Vorteil des niedrigeren Koksverbrauches. Es ist daher erstes Erfordernis, die Bedingungen für die indirekte Reduktion günstig zu gestalten. Durch die Art der Beschickung, d. h. durch zweckmäßige Verteilung von Möller und Koks, muß erreicht werden, daß die Gase die Beschickungssäule in der gewünschten und durch Ofenprofil wie Begichtung angestrebten Verteilung stets gleichmäßig durchströmen. Der Schacht muß durch schwere Erzichten verhältnismäßig kühlgehalten werden, damit sich der Bereich der Schmelzzone an keiner Stelle zu weit nach oben erstreckt. Die Zone der vollständigen Verbrennung vor und unmittelbar über den Formen muß nicht nur heiß sein, sondern auch möglichst ausgedehnt; aber dann muß man nach oben hin schon in der Rast eine verhältnismäßig schnelle Abkühlung der Verbrennungsgase erfolgen lassen. Gelingt dieses nicht, so wird nicht nur der Bereich der indirekten Reduktion vorzeitig begrenzt, sondern es bilden sich auch schon im Schacht, unter Umständen ziemlich hoch im Schacht, Eisensilikate aus den noch unreduzierten Eisenoxiden und der Kieselsäure der Erze. Diese Eisensilikate lassen sich dann nicht mehr bei niedrigen Temperaturen mit Kohlenoxyd reduzieren, sondern nur bei hoher Temperatur mit festem Kohlenstoff. Ist dann die Schlacke zu zähflüssig, so können die Eisengranalien, welche durch die direkte Reduktion entstehen, sich nur schwer aus der Schlacke abscheiden, was zu hohen Eisenverlusten führen kann. Ist das Eisen hingegen bereits reduziert, wenn es in die Zone der kritischen Temperaturen gelangt, so kann es keine Eisensilikate mehr bilden. Die aber bei falschem Betrieb zu weit oben entstandene Eisensilikatschlacke füllt die Zwischenräume zwischen den Koksstücken schon in großer Höhe über den Formen aus; die für die Gase schwer durchlässige Schicht von teigiger Schlacke und Koks wird dicker. Hierdurch wird die gleichmäßige Verteilung der Gase gestört, denn diese suchen sich nun durch einzelne weniger dichte Stellen ihren Weg. Es bilden sich Kanäle, in denen sich bei feinen Erzen und besonders beim sauren Betrieb örtliche Schmelzonen unter Umständen bis nahe zur Gicht hinaufziehen können. Eine gleichmäßige Vorwärmung der Beschickung sowie eine gleichmäßige weitgehende indirekte Reduktion und somit ein gleichmäßiger Ofengang sind unter diesen Bedingungen ausgeschlossen.

Einfluß auf die Ausbildung der gefürchteten schwer durchlässigen Schichten aus Koks und teigiger Schlacke hat selbstverständlich auch die Natur der Schlacke. Gelingt es schon, durch schwere Erzsätze die Zone der teigigen Schlacke niedrig und eng zu halten, so ist es von gleicher Wichtigkeit, solche Schlacken zu erhalten, die möglichst schnell vom festen in den dünnflüssigen Zustand übergehen. Die von R. S. McCaffery¹¹⁾ und anderen ermittelten Schlacken-Viskositäts-Schaubilder sind bei der Bestimmung des Möllers von großem Nutzen. Diese Arbeiten müßten nun weitergehen, und zwar besonders in der Richtung, daß außer dem Einfluß der Hauptbestandteile auch noch der der anderen Bestandteile wie Eisenoxydul, Manganoxydul, Titansäure und der Alkalien sowohl auf die Schmelzpunktniedrigung als auch auf das Erweichungsgebiet ermittelt wird¹²⁾.

Ob es möglich und wirtschaftlich ist, mit hohen Windtemperaturen zu arbeiten, hängt davon ab, ob die durch die höhere Windtemperatur in den Ofen gebrachte Wärme ihren Ausgleich durch einen entsprechenden Koksabzug, also schwerere Erzichten, finden kann oder ob sie durch die Erhöhung der direkten Reduktion aufgebraucht wird. Tatsächlich führt erfahrungsgemäß der heißere Wind bei den leicht reduzierbaren Erzen zu einer erhöhten direkten Reduktion, deren höherer Wärmebedarf das größere Wärmeangebot mehr als ausgleicht, und zwar um so mehr, als bei den höheren Windtemperaturen der Ofen nicht so gleichmäßig und flott geht. Hätte man Koks in entsprechender Menge abgezogen, so würde die Gasmenge je t Eisen geringer geworden sein. Infolgedessen hätten die Gase durch die Wärmeabgabe an die Beschickung beim Aufsteigen im Ofen schneller an Temperatur verloren. In einer bestimmten Ofenhöhe wäre daher die höhere Temperatur in der Rast durch stärkeren Temperaturverlust zum Teil schon wieder ausgeglichen.

Die nachteilige Wirkung höherer Windtemperaturen tritt also nicht ein, wenn man imstande ist, den höheren Windtemperaturen gemäß tatsächlich schwerer zu gichten, d. h. ein erhöhtes Erzgewicht je Koksgicht aufzugeben. Das ist aber eben beim Feinerz- und Karbonatmüller meist nicht möglich, wenn die Windtemperaturen eine bestimmte Grenze überschreiten, ohne die an und für sich schon durch den heißen Wind erhöhte Pressung noch weiter zu steigern und unregelmäßigen Gang herbeizuführen. Deshalb wirkt sich die größere Wärmemenge, die man bei einem Müller aus leicht reduzierbaren Erzen dem Ofen durch heißeren Wind zuführt, meist in einer höheren Schachttemperatur aus. Mit der Verringerung des Kokssatzes würde man auch schließlich an eine Grenze gelangen, die nicht überschritten werden darf, weil die mulmige feinkörnige Beschickung dann zu undurchlässig würde.

Zur vollständigen Erklärung der Vorgänge reichen aber die vorstehenden Ausführungen, die den Verbrennungsvorgang als ein Ganzes, also von Kohlenstoff zu Kohlenoxyd, betrachten, nicht aus. Im Gegenteil sind es gerade die örtlichen physikalischen Vorgänge in den einzelnen Zonen und deren richtige Aufeinanderfolge und Ausdehnung, welche den Ausschlag geben. Beim guten Ofengang folgen diese einander ordnungsgemäß und im richtigen Größenverhältnis, um die weitestgehende indirekte Reduktion zu ermöglichen. Eilen diese Vorgänge aber in der einen oder anderen Zone vor oder nach infolge irgendeiner Störung, wie z. B. Unregelmäßigkeit der Beschaffenheit des Kokses und des Erzes oder fehlerhafter Windführung, so wirkt sich dies mittelbar und unmittelbar auf die Vorgänge in allen anderen Zonen aus. Man muß deshalb auch den Ablauf der Verbrennung als eine reine Folge örtlicher Vorgänge betrachten. Die Verbrennung geht da von Kohlenstoff zu Kohlenoxyd vor sich, wo ein genügender Luftüberschuß zugegen ist. In dem Maße, wie dieser fehlt, und je heißer, leichter verbrennlich und kleinstückiger der Koks ist und je heißer der Wind, desto mehr ist die Zone vollkommener Verbrennung eingeschränkt, d. h. verkürzt. Bei kälterem Winde und großstückigerem, weniger reaktionsfähigem Koks vergrößert sich der primäre Verbrennungsraum, der auch schon als „Oxydationszone“ bezeichnet wurde. Man darf sich aber dabei nicht vorstellen, daß es sich hier um eine Oxydation von schon reduziertem Eisen handelt; das ist natürlich bei den hohen Temperaturen und dem vielen Kohlenstoff, der bei normalem Ofengang zugegen ist, unmöglich. Das geschieht nur bei Rohgang, wenn nicht genügend Koks ins Gestell gelangt ist und die Temperatur

¹¹⁾ Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 49 (1927); vgl. Stahl u. Eisen 47 (1927) S. 508/09.

¹²⁾ Hartmann, F.: Einfluß verschiedener Schlackenbildner auf den Flüssigkeitsgrad der Hochofenschlacke. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1029/34 (Hochofenaussch. 175).

unter den Grad gefallen ist, wo die Verwandtschaft des Sauerstoffes zum Eisen größer wird als zum Kohlenstoff.

Der heißere Wind hat beim Eintritt durch die Formen einen größeren Rauminhalt, ebenso die Verbrennungsgase, bezogen auf die Einheit Kohlenstoff, infolge der unvollkommenen Verbrennung. Dies gibt hierdurch schon den Anstoß zur Störung der Gleichgewichte in weiter oben gelegenen Ofenzonen.

Bei kälterem Wind bleibt mehr Kohlensäure in dem primären Verbrennungsraum erhalten, wobei bekanntlich je Einheit vollkommen verbrannten Kohlenstoffs mehr als die dreifache Wärmemenge zur Entwicklung kommt und frei bleibt als in dem Falle, wo die Kohlensäure schon innerhalb dieser Zone, also vorzeitiger, zu Kohlenoxyd zurückgebildet wird. Deshalb kann also gerade der weniger heiße Wind eine Erweiterung der höchsten örtlichen Wärmeentwicklung verursachen und deshalb die höchste Temperatur im Gestell des Ofens erzeugen, wie man sie bei schweren Gichten benötigt.

Die Aufspaltung der Kohlensäure vollzieht sich in diesem Falle erst in größerem Abstand von den Formenmündungen nach innen und vor allem nach oben in der Richtung des Hauptgasstromes und bindet die Wärme an den Stellen, wo man die Kühlwirkung zur Vermeidung frühzeitiger Schlackenbildung und zur Erzielung einer ausgiebigen indirekten Reduktion braucht. Man kann somit bei der Verhüttung von Feinerzen und zerkleinerten Karbonaten tatsächlich mit kälterem Winde niedrigere Gichttemperaturen und ein niedrigeres $\text{CO} : \text{CO}_2$ -Verhältnis der Gase und einen niedrigeren Koksverbrauch eben infolge der ausgiebigen indirekten Reduktion erzielen als bei zu heißem Wind. Bei Karbonaten, die genügend klein gebrochen sind, hat man dabei, wie Corby bewiesen hat, noch genug Wärme im Schacht, um die Kohlensäure auszutreiben; man braucht nur den beim Sieben entfallenden Anteil an Staub und das feinste Korn zu sintern.

In der erweiterten Zone vollkommener Verbrennung vor und über den Formen und bei der geringeren Menge noch unreduzierter Bestandteile, die hier Wärme verbrauchen, wird die durchtropfende Schlacke stärker überhitzt und dadurch besser befähigt, ihre Eisengranalien vor den Formen abzusondern. Dies ist beim sauren Schmelzen mit langen zähen Schlacken besonders wichtig. Gleichzeitig ergibt sich eine kühlere Gicht, weil man eben bei der örtlich lebhafteren Verbrennung und dem daraus folgenden flotteren Ofengang eine schnellere Abkühlung der Gase erzielt, und dies um so mehr, als man beim guten Ofengang in stande ist und es auch wagen kann, schwerer zu gichten. Die Windpressung bleibt dabei niedrig, und der Ofen geht flott — er zieht.

Ist der Wind nicht zu heiß, so bewegt sich auch der Koks frei. Er tanzt und wirbelt und bietet dem Sauerstoff der Luft stets neue Oberflächen an. Die Verbrennung ist sehr rasch und lebhaft, indem sich die doppelte Menge Sauerstoff je kg Kohlenstoff aufbraucht wie bei der Verbrennung zu Kohlenoxyd, wie sie bei zu heißem Wind schon dicht vor den Formen zustande kommen kann.

Bei kälterem Wind und frei sich bewegendem Koks hat man vor den Formen zwischen den Koksstücken entsprechend größere Hohlräume. Bei der Verbrennung von Kohlenstoff zu Kohlensäure wird, wie gesagt, die doppelte Gewichtsmenge Gebläsesauerstoffs je t Koks verbraucht, und trotzdem schwinden die sichtbaren Koksstücke schnell, weil die Verbrennung lebhaft ist und sich auf verhältnismäßig wenige Koksstücke zusammendrängt. In diesen Räumen herrscht örtlicher Luftüberschuß; somit ist die Grundbedingung für eine erweiterte sogenannte Oxydationszone

geschaffen. Dies hat man wohl bisher nicht genügend berücksichtigt. Es kommt hier eben auf das Verhältnis der zugeführten Sauerstoffmenge zu den örtlich verfügbaren Kohlenstoffmengen an.

Die Erfahrungen bei der Feinerzverhüttung sowie bei der Verhüttung von gebrochenen Karbonaten zeigen tatsächlich, daß bei kälterem Winde der Koks vor den Formen tanzt, während beim Uebergang zu heißerem Wind die Verbrennung des Kokes durch die Ausdehnung der Luft und die frühzeitige Reduktion der Kohlensäure verlangsamt wird und der Koks vor den Formen allmählich immer dichter zu liegen kommt, bis er ganz aufhört, sich zu bewegen. Die hierbei entstehende höhere Windpressung kann dann allmählich eine allgemeine Verstopfung herbeiführen und sogar den Ofen zum Hängen bringen. Dabei ist die Verteilung von Koks und Erz an der Gicht auch von Bedeutung, vor allem aber die Reaktionsgeschwindigkeit des Kokes gegenüber der Gebläseluft.

Bei der durch heißeren Wind und höhere Reaktionsfähigkeit des Kokes begünstigten Endverbrennung zu Kohlenoxyd bereits im Formenraum tritt eine Vermehrung der Gasmenge im Verhältnis zur Windmenge ein gegenüber der vollkommenen Verbrennung zu Kohlensäure. Wenn auch diese Erhöhung der Gasmenge wegen der unverändert bleibenden Stickstoffmenge verhältnismäßig gering sein mag, so kann sie doch von örtlicher Bedeutung sein. Alle Störungen, sei es durch Veränderung der örtlichen Temperatur, Pressung oder der Menge der Gase, die den Ofengang verlangsamen, beeinflussen das Gleichgewicht im Schacht des Ofens, welches für das Höchstmaß von indirekter Reduktion bestehen muß. Sobald aber das Maß der indirekten Reduktion verringert wird, gerade bei leicht reduzierbaren Erzen, ohne daß der Koksatz rechtzeitig erhöht wurde, geht der Ofen kalt, weil ein vermehrter Teil des Kokes oberhalb der Verbrennungszone in direkter Reduktion verbraucht wurde. Dadurch kommt nicht genügend Koks vor die Formen. Das Verhältnis von Sauerstoff zu Kohlenstoff im Verbrennungsraum wird größer, und die Zone der vollkommenen Verbrennung kann sich trotz höchster Windtemperatur erweitern. Der Ofen nimmt deshalb, wenn er kalt geht, meist die höhere Windtemperatur an. Tut er es nicht, weil er weiter oben verstopft ist, muß man die Windmenge verringern. Man muß dann eben von vorn anfangen mit leichtem Möller und langsam wieder aufbauen. Das gelingt aber nicht immer, weil sich vielfach durch die Temperaturverschiebungen das Arbeitsprofil des Ofens geändert hat.

Die höchste Windtemperatur muß aber für solche Fälle zur Verfügung stehen, und es wäre ein Irrtum, zu glauben, bei der Verhüttung leicht reduzierbarer Erze einen bedeutenden Teil der Winderhitzeranlagen sparen zu können. Die Reserve muß man für Notfälle immer behalten, und zwar so lange, bis keine Unregelmäßigkeiten, weder in den Rohstoffen noch im Betrieb, mehr vorkommen. Dies wird wohl nicht so bald erreicht werden.

Man kann wohl sagen, daß beim Verhütten von leicht reduzierbaren Feinerzen der Koksverbrauch um so niedriger ist, je höher das Maß der vollständigen Verbrennung in der Formenzone ist. Wenn Erze verhüttet werden, die eine größere Menge festen Kohlenstoffs zur direkten Reduktion erfordern, oder wenn unreduzierte Eisenoxyde durch Kaltgehen des Ofens in das Gestell gelangen, dann kann, wie schon vorher angedeutet, der erhöhte Kohlenstoffbedarf durch höhere Windtemperaturen und eine stärker reduzierende Atmosphäre ausgeglichen werden.

Das reine Verschmelzen von Eisen sowie von Schlacke ohne Reduktion kann bei um so niedrigerem Koksverbrauch

erfolgen, je näher man der vollständigen Verbrennung in der Schmelzzone kommt. Im Kupolofen z. B. wird das Eisen bei kaltem Wind mit dem erstaunlichen Brennstoffverbrauch von nur 10 % oder noch weniger erschmolzen. Das Schmelzen einer sauren Schlacke mit niedrigem Schmelzpunkt im Kupolofen würde sicher nicht mehr als das Dreifache dieses Koksanteiles erfordern. Dagegen ist der Brennstoffbedarf im Hochofen ein Vielfaches, da sich die Reduktion des Eisenerzes zur gleichen Zeit vollziehen muß. Im Hochofen kommt man der oxydierenden Verbrennung des Kupolofens näher, je mehr die Erze durch indirekte Reduktion reduziert werden, ehe sie in die Verbrennungszone gelangen und je niedriger deshalb der Koksverbrauch ist. Umgekehrt — wenn der Kupolofenbeschickung noch Erz zugeführt würde, müßte man den Wind im Verhältnis zur Erzmenge und zu seiner Reduzierbarkeit erwärmen. Der Kupolofen müßte dann auch höher gebaut werden, damit die flüchtigen Bestandteile und das Wasser ausgeschieden werden könnten; es würde eben ein Hochofen daraus. Wenn im Kupolofen heißer Wind zum Schmelzen des Eisens verwendet würde, dann würde der Grad der vollkommenen Verbrennung heruntergehen. Deshalb und auch weil man die Wärme des armen Gichtgases nicht verwerten kann, ist es nicht wirtschaftlich, den Wind für den Kupolofen über einen ganz geringen Grad hinaus (etwa 200°) zu erhitzen.

Natürlich ist es beim Hochofen nicht zweckmäßig, mit ganz kaltem Wind zu fahren. Es besteht hier, wie schon früher erörtert, eine günstigste Windtemperatur; die darunterliegenden Windtemperaturen wirken schon deshalb ungünstig, weil vor den Formen die Zündtemperatur des Kokes nicht nur erreicht, sondern überschritten werden muß. Die Zündtemperatur des Kokes steht in engem Zusammenhang mit seiner Verbrennlichkeit. Hieraus erklärt es sich auch, daß man bei einem leicht verbrennlichen Koks besser mit kälterem Wind fahren kann.

Bei der Verhüttung leicht reduzierbarer Erze erklärt sich aus diesen Erwägungen der höhere Koksverbrauch bei zu heißem Wind zunächst aus den durch ihn geschaffenen veränderten Verbrennungs-, Reduktions- und Schmelzvorgängen, wodurch eine erhöhte direkte Reduktion und ein größerer Wärmeverlust in den Gichtgasen verursacht wird; dadurch wird die durch den heißen Wind zusätzlich eingebrachte Wärme mehr als verbraucht, dann aber auch aus dem Umstand, daß es bei mulmigen feinkörnigen Erzen nie ganz möglich sein wird, den Gang des Hochofens so regelmäßig zu halten wie bei weniger heißem Wind. Aus diesen Gründen mußten alle Versuche, wie sie bisher an mehreren Stellen dahin gehend gemacht worden sind, solche Erze, zu denen die armen deutschen Erze und die Karbonate gehören, in rohem oder geröstetem Zustande mit hohen Windtemperaturen zu verhütten, durch übermäßigen Koksverbrauch fehlschlagen. Man kann selbstverständlich durch Sintern eines größeren Teils der Erze die Beschickung auflockern und dadurch den Eisengehalt des Möllers und die Erzeugung erhöhen, wobei je nach der Sinterung, ob mehr oder weniger oxydierend, die indirekte Reduktion abnehmen kann. Wie weit man damit im wirtschaftlichen Sinne gehen kann, hängt von der Koksersparnis ab, und diese ihrerseits ist bedingt durch die infolge der Auflockerung der Beschickung und der Reduktionsbeschaffenheit des Sinteranteils ermöglichte Erhöhung der Windtemperatur.

Die bisher geschilderten Verhältnisse beziehen sich, wie schon früher angedeutet, auf die Erzeugung des sogenannten „basic iron“ in Amerika und des Thomaseisens in Europa. Selbstverständlich hat die Zusammensetzung des erblasenen Eisens einen entscheidenden Einfluß auf die Ofenführung. So erfordert eine stärkere Mangan- oder

Siliziumreduktion höhere Windtemperaturen, die zusammen mit einer gewissen Erhöhung des Koksatzes den höheren Wärmebedarf der direkten Reduktion im Gestell decken müssen. Der Ofen nimmt diese höheren Temperaturen auch gern an, wobei der bei der direkten Reduktion frei werdende Sauerstoff zur Verbrennung des Kokes beiträgt.

Erfahrungsgemäß wird ja auch z. B. bei der Ferromangan- und Ferrosiliziumerzeugung, bei der man mit höchsten Windtemperaturen fährt, das Metall nicht heißer, weil eben der durch den heißen Wind mitgebrachte Wärmeüberschuß bei der direkten Reduktion des Mangans und Siliziums aufgebraucht wird. Umgekehrt kann Thomaseisen am besten mit verhältnismäßig niedrigeren Windtemperaturen erzeugt werden. Auch dies stimmt wieder mit der aus der Praxis gelernten Regel überein, daß man mit heißerem Wind fahren soll, wenn man schwerer reduzierbare Erze zu verhütten hat oder erhöhte Mengen von Silizium oder Mangan zu reduzieren sind, also wenn der Ofen stärker reduzierend zu führen ist, auch wenn er kalt geht. Hingegen soll man mit kälterem Wind blasen, wenn das Erz leicht reduzierbar ist und keine Reduktion von Oxyden im Gestell des Ofens erforderlich ist. In beiden Fällen holt man dann das meiste heraus.

Es sei aber noch einmal betont, daß die Vorgänge im Hochofenbetrieb durch eine sehr große Zahl von Veränderlichen beherrscht werden. Aus diesem Grunde wird man auch immer wieder auf gewisse Widersprüche stoßen, wenn man Erklärungen auf Fälle begründet oder anwendet, bei denen die Verschiebung der nicht berücksichtigten Veränderlichen zu große Werte annimmt. Es muß daher die Aufgabe der Forscher in Zusammenarbeit mit den Männern des Betriebes sein, den Kreis der erfaßten Veränderlichen immer mehr zu erweitern, bis endlich eine für alle Verhältnisse anwendbare Anschauung entsteht. Dieses Ideal wird aber wohl nie erreicht werden, weil im Betrieb nie ganz die Schwankungen beseitigt werden können. Deshalb wird die Führung des Hochofens nie ganz zur Wissenschaft werden, sondern in gewissem Grade immer eine Kunst bleiben.

Zusammenfassung.

Die Verhüttung großer Mengen eisenarmer und feinkörniger, auch saurer Erze stellt den Hochöfner vor neue Aufgaben. Um Wege für die Lösung zu zeigen, wird zunächst die Entwicklung der amerikanischen Roheisenerzeugung beschrieben. Die andersgearteten Grundbedingungen in Europa haben hier in eine andere Richtung geführt. Durch eine veränderte Rohstoffgrundlage ist man in England und Deutschland genötigt, neue Wege zu gehen, die, wie ausführlich dargelegt wird, zu einer gewissen Uebertragung der amerikanischen Arbeitsweise bei der Vorbereitung und Verhüttung führen. Das bedeutet Verringerung der Erzsorten durch Herstellung weniger, aber gleichmäßiger Erzmischungen, Verhüttung überwiegend von Roherz in schweren Gichten, mit gleichmäßigem, möglichst auf der Hütte zu erzeugendem Koks. Die Verhüttung von Feinerz fordert die Abkehr von den bisher üblichen großen Windmengen und hohen Windtemperaturen. Auf Grund seiner langen Erfahrungen weist der Verfasser nach, welche Vorteile diese Maßnahmen im Hinblick auf die Leistung und den Koksverbrauch haben. Er zeigt auch die Nachteile, die bei Außerachtlassung bestimmter Regeln erwachsen können. Der Einfluß der Schlackenführung wird herausgestellt. Die bei der Feinerzverhüttung gewonnenen praktischen Erfahrungen werden mit den Erkenntnissen der Hochofentheorie verglichen, mit dem Ergebnis, daß sie ihr zwar nicht widersprechen, aber auch nicht den „idealen Hochofenbetrieb“ darstellen.

Fischschuppen in Grundemails.

Von Josef Klärting in Bochum.

(Formen und Abmessungen von Fischschuppen. Genügende Dünnflüssigkeit und Gasdurchlässigkeit des Emails bei der Brenntemperatur von größerer Bedeutung für Vermeidung von Fischschuppen als die Festigkeit des Emails.)

Verschiedene Formen von Fischschuppen.

Über die Entstehungsursache der Fischschuppen in Emailüberzügen sind im Schrifttum die verschiedensten Ansichten geäußert worden. Die Tatsache, daß beim Erhitzen der Emails, selbst aus stark vorgetrockneten Schlickern, Wasser abgegeben wird¹⁾, sowie die Beobachtung, daß beim Emaillieren Wasserstoff gebildet wird, sprechen dafür, daß die Fischschuppenbildung mit der Gasentwicklung in Zusammenhang steht²⁾.

ausgebildet. Aus den *Bildern 6 bis 11* ist zu ersehen, daß die Fischschuppen beim Grundemail B in verschiedener Größe auftreten und ebenfalls in mehr oder weniger großer Tiefe aus der Glasur abspringen. Das Universal-Grundemail B ist undurchsichtig, und daher sind die Bläschen, im Gegensatz zum durchsichtigen gefärbten Email A, nicht zu erkennen.

Bemerkenswert ist nun das Auftreten von kleinen Vertiefungen oder Gaskanälen innerhalb der Fischschuppen (*Bilder 8, 10 und 11*), die zum Teil bis auf den Grund

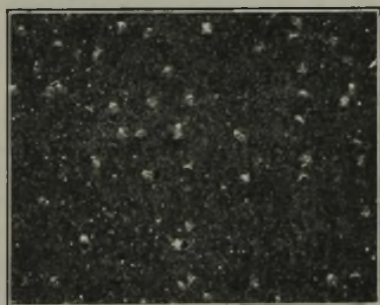


Bild 1. Fischschuppen, < 1 mm Dmr. ($\times 2,5$)

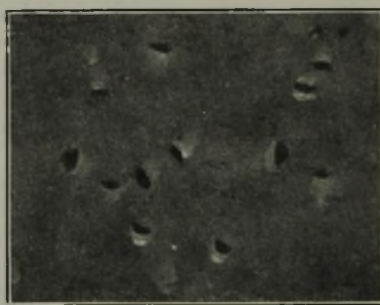


Bild 2. Fischschuppen, bis 1 mm Dmr. ($\times 3$)

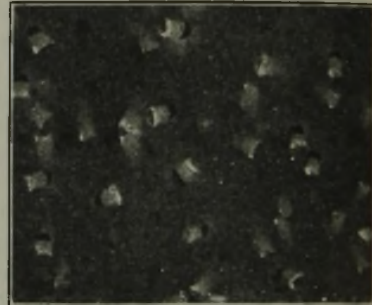


Bild 3. Fischschuppen, 1 mm Dmr. ($\times 2,5$)

Bilder 1 bis 3. Fischschuppen an warmgewalzten Blechen, 2 mm stark, mit Grundemail A emailliert.

Mit Fischschuppen bezeichnet man die durch Spannungsauslösung entstehenden Fehlstellen in der Emailglasur. Die Fischschuppen können aus kleineren oder größeren Vertiefungen oder auch nur aus Rissen in der Emailglasur bestehen. Die Größe der Fischschuppen kann je nach der Dicke eines zu emaillierenden Bleches, nach der Auflagestärke, nach der Art der Brennbehandlung und nach den benutzten Emails verschieden sein. In den *Bildern 1 bis 11* sind Fischschuppen der verschiedensten Größen, wie sie beim Emaillieren von warm- und kaltgewalztem Stahlblech mit zwei verschiedenen Emails auftraten, wiedergegeben.

Wie die Bilder erkennen lassen, sind an den dunklen Stellen halbmondförmige Teilchen aus dem Email abgesprungen. Gleichzeitig sind die Vertiefungen von einem hellen Hof umgeben, der von der Trübung des Emails herrührt und andeutet, wie das Email durch die ausgelösten Spannungen gerissen ist. Stellenweise ist lediglich eine milchige Trübung der Glasur zu beobachten (*Bild 3 und 4*). Bei etwas dünnerer Emailschiicht wird beim Abplatzen der Emailglasur mitunter die Blechoberfläche freigelegt (*Bild 5*), und man erkennt deutlich, daß die Emailglasur eine große Anzahl kleinerer oder größerer Bläschen enthält, wie sie z. B. durch die hellen Stellen in dem Grundemail A angedeutet sind. Während das Grundemail A zur Bildung von eckigen, fast quadratischen Fehlstellen neigt, sind die Fischschuppen von Universal-Email B mehr halbmondförmig

des Bleches durchgehen. Die besonders starke Anhäufung dieser Blasen und Kanäle läßt auf eine starke Gasentwicklung an der betreffenden Stelle schließen. Wie nun ein Schnitt durch eine Fischschuppe des Grundemails A und des Grundemails B zeigt (*Bilder 12 und 13*), treten an der

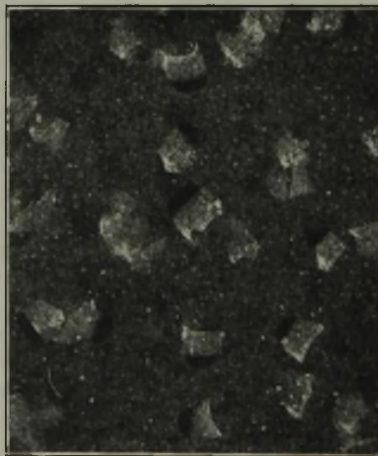


Bild 4. Fischschuppen, < und > 5 mm Dmr. ($\times 2,5$)



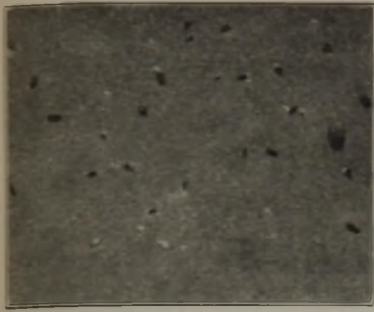
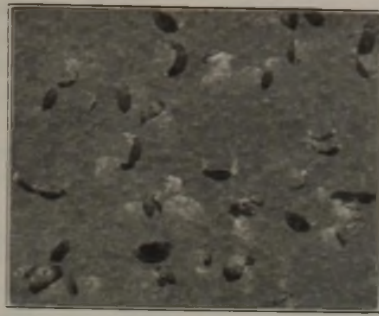
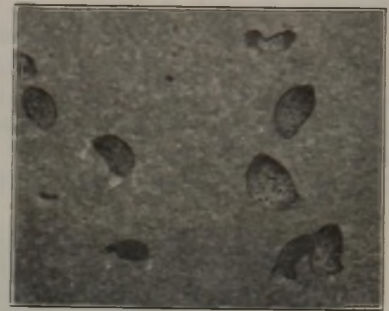
Bild 5. Fischschuppen bis zur Blechoberfläche. ($\times 5$)

Bilder 4 und 5. Fischschuppen an kaltgewalzten Blechen, 1,7 mm stark, mit Grundemail A emailliert.

Fehlstelle der Emailglasur größere Gaskanäle und Gasblasen zusammen auf. An derartigen Hohlräumen oder Kanälen im Emailüberzug entstehen dann bei Temperaturänderungen, z. B. beim Abkühlen oder auch beim Altern des Emailglases, besonders starke Spannungen. Das Abplatzen kann auf Grund von Beobachtungen zumeist erst nach Wochen oder Monaten erfolgen. Zur Beurteilung der Fischschuppenanfälligkeit eines hergestellten Emailüberzuges genügt eine Auslagerzeit von etwa 2 bis 3 Wochen.

¹⁾ J. Klärting: Sprechsaal 71 (1938) S. 93/95 u. 106/07.

²⁾ H. Hoff und J. Klärting: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 914/16 (Werkstoffaussch. Nr. 433).

Bild 6. Fischschuppen, 1/2 mm Dmr. ($\times 3$)Bild 7. Fischschuppen, 1 mm Dmr. ($\times 3$)Bild 8. Fischschuppen, 2 mm Dmr. ($\times 3$)

Bilder 6 bis 8. Fischschuppen an warmgewalzten Blechen, 2 mm stark, mit Universalemail B emailiert.

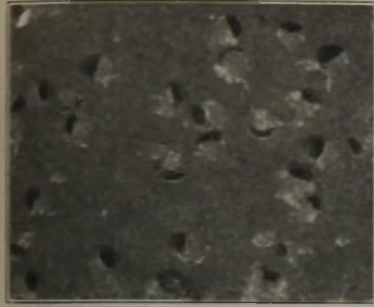
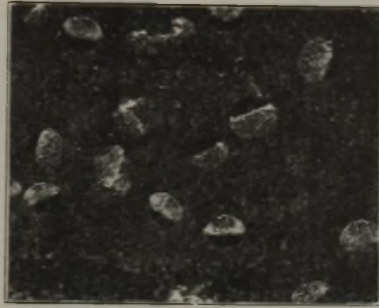
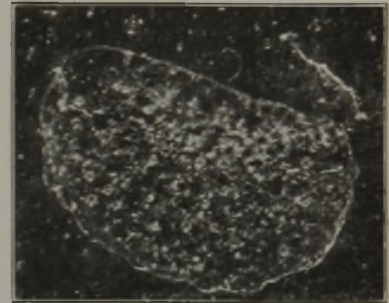


Bild 9. Fischschuppen, 2 bis 3 mm Dmr. Blechstärke 2,25 mm. (Natürliche Größe.)

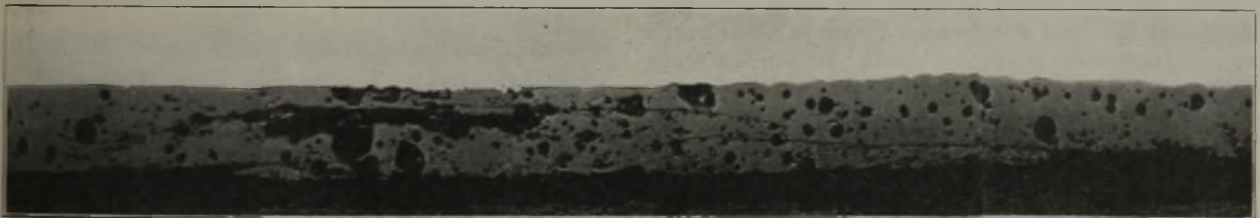
Bild 10. Fischschuppen, 5 mm Dmr. Blechstärke 2,5 mm, kaltgewalzt. ($\times 2,5$)Bild 11. Wie Bild 10. ($\times 10$)

Bilder 9 bis 11. Fischschuppen an kaltgewalzten Blechen, mit Universalemail B emailiert.

Durch längeres Brennen des Emails bei der Emailiertemperatur sowie oberhalb derselben werden die Fischschuppen kleiner und zumeist zahlreicher.

Aus den Versuchen mit warm- und kaltgewalztem Stahlblech gleicher Stärke und verschiedener Emails kann gefolgert werden, daß die Blechgüte auf die Form und Größe der Fischschuppen nur wenig von Einfluß ist. Damit sei jedoch nicht gesagt, daß eine Anpassung von

fläche freigelegt. Es handelt sich demnach um ein schlechtes Haften von Grundemail H an der glatten Oberfläche des kaltgewalzten Werkstoffes. Durch eine Aenderung der chemischen Zusammensetzung dieses Grundemails ließ sich dasselbe Blech fehlerfrei überziehen. Dabei wurde noch ein wirtschaftlicher Vorteil erzielt insofern, als der Anteil an teuren Flußmitteln (Borax und Alkali) gesenkt werden konnte. Durch Beimengung von Kieselsäure konnte die

Bild 12. Schnitt durch eine Fischschuppe; Grundemail A. Blechstärke 2 mm, warmgewalzt. ($\times 50$ rd.)Bild 13. Schnitt durch eine große Fischschuppe; Universalemail B, Blechstärke 2 mm, warmgewalzt. ($\times 70$ rd.)

Email und Blechgüte nicht von Einfluß auf die Fischschuppenbildung ist. Bild 14 zeigt z. B. eine Fehlstelle im Emailüberzug auf einem kaltgewalzten Blech mit Grundemail H. Die Fischschuppen waren hier zum größten Teil ausgesprochen halbmondförmig. Im Gegensatz zu den anderen untersuchten Grundemails A und B wird von den Fischschuppen bei diesem Grundemail zumeist die Blechober-

Einbrenntemperatur des Emails H erhöht und dadurch die beim Einbrennen herrschende Zähigkeit erniedrigt werden.

Bei gleichem Gehalt an Haftoxyden ist demnach nur die geringere Zähigkeit des Emails bei der jeweiligen Einbrenntemperatur für das bessere Haften ausschlaggebend; bei höherer Einbrenntemperatur ist der Anbiß des Emails stärker und die Haftfestigkeit größer.

Temperatur-Zähigkeits-Beziehungen von Grundemails und ihre Bedeutung für die Fischschuppenbildung.

Es wurde deshalb die Zähigkeit einer Reihe von Grundemails, deren Verhalten, besonders ihre Neigung zur Fischschuppenbildung, bekannt war, gemessen. Als Meßgerät diente ein von W. Hänlein und K. Endell entwickeltes Kugelziehviskosimeter³⁾. Die mit ihm erhaltenen Werte



Bild 14. Fischschuppe bis zum Blech durchgehend. Grundemail H, Blech kaltgewalzt. (× 4)

stellen nur Annäherungswerte dar und sind unter der Annahme des gleichbleibenden Verhältnisses von Durchziehgeschwindigkeit der Kugel und Zähflüssigkeit des untersuchten Emails aufgezeichnet worden. Immerhin genügt die Meßgenauigkeit, um Vergleiche der Zähigkeitswerte unter gleichen Meßbedingungen aufstellen und daher die Unterschiede der Zähigkeit verschiedener Emails in Abhängigkeit von der Temperatur angeben zu können. Bei den Messungen mußte auf die oxydierende Atmosphäre und auf die chemische Beständigkeit des Gefäßwerkstoffes geachtet werden.

Zahlentafel 1. Zusammensetzung der untersuchten Grundemails (in Molen).

Emails	A	B	O	D	E	F	G	H
SiO ₂	0,77	0,84	0,82	0,84	0,82	0,91	1,00	0,82
Al ₂ O ₃	0,06	0,07	0,081	0,051	0,06	0,05	0,06	0,054
Na ₂ O	0,23	0,20	0,20	0,30	0,336	0,343	0,19	0,322
K ₂ O	0,018	0,017	0,04	0,03	0,019	0,024	0,02	
B ₂ O ₃	0,15	0,12	0,156	0,137	0,127	0,193	0,15	0,182
CaO	0,120	0,05	0,054	0,07	0,055	0,006	0,003	0,073
F	0,140	0,022	0,060	0,08	0,06	0,0	0,0	0,06
NiO	0,0	0,005	0,0	0,027	0,019	0,026	0,008	0,005
CoO	0,005	0,02	0,006	0,004	0,003	0,002	0,006	0,005
SiO ₂								
Na ₂ O · K ₂ O	3,08	3,8	3,3	2,54	2,25	2,5	4,8	2,56

Daher wurde im elektrisch beheizten Ofen geschmolzen und ein Gefäß aus chemisch reinem Platin gewählt. In die Untersuchung wurden im Handel käufliche Grundemails sowie von Emailierwerken selbst hergestellte Schlicker einbezogen.

³⁾ A. Tielsch und K. Endell: Glastechn. Ber. 12 (1934) S. 84/87; Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 979/80.

Die Kurven für die Zähigkeit der acht untersuchten Grundemail-Schlicker verlaufen entsprechend ihrer chemischen Zusammensetzung, die in Zahlentafel 1 angegeben ist, sehr unterschiedlich (Bild 15). Wie der Vergleich von Zahlentafel 1 mit Bild 15 erkennen läßt, bewirkt die Kieselsäure im allgemeinen eine Steigerung der Zähflüssigkeit. Daneben ist aber das Verhältnis des Kieselsäuregehaltes

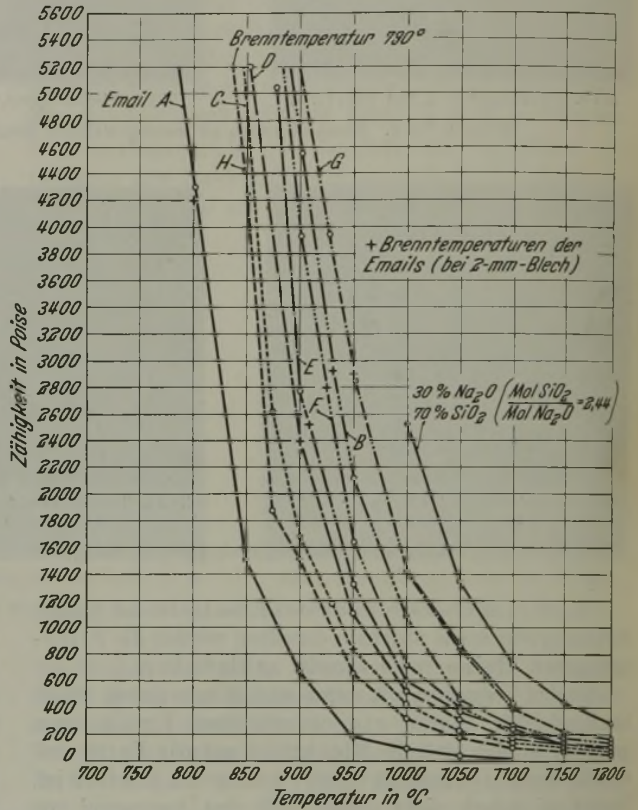


Bild 15. Zähigkeitswerte verschiedener Emails in Abhängigkeit von der Temperatur.

zum Alkaligehalt von Einfluß, das, wenn es auch in dem Vielstoffsystem eines Emails nicht allein ausschlaggebend sein kann, doch ungefähr eine Richtlinie für das Zähflüssigkeitsverhalten vermittelt. In Bild 16 sind Werte für die Temperatur-Zähigkeits-Beziehungen von Kieselsäure-Alkali-Mischungen wiedergegeben, wie sie von G. Heidtkamp und K. Endell⁴⁾ gemessen worden sind. Durch die Zumischung von Flußmitteln, wie Borax u. a., wird die Zähigkeit der Emails für höhere Verhältnisse von Kieselsäure zu Alkali geringer. Nach dem Verlauf der Zähigkeitskurven verhalten sich die acht untersuchten Emails wie Gläser; in dem untersuchten Temperaturbereich finden keine Ausscheidungen von Kristallen statt, wie es z. B. in dem Mehrstoffsystem Kalk-Kieselsäure-Tonerde der Fall ist. Der Uebergang von dem festen in den flüssigen Zustand verläuft allmählich.

Mit Ausnahme bei den Emails H und A liegt nach Bild 15 die Zähigkeit der Grundemails bei den Brenntemperaturen unterhalb von etwa 2900 Poise. Die beiden Grundemails A und H neigen in sehr starkem Maße zur Fischschuppenbildung. Eine schwache Fischschuppenbildung ist noch beim Grundemail B zu beobachten. Die anderen untersuchten Grundemails sind selbst bei Anwendung der verschiedensten Blechgüten und -dicken nicht fischschuppenempfindlich. Man kann aus diesen Unter-

⁴⁾ Glastechn. Ber. 14 (1936) S. 89/103.

suchungen den Schluß ziehen, daß ein Email bei der Brenntemperatur eine genügende Dünflüssigkeit haben muß, damit die entweichenden Gase — Wasserdampf und der beim Emailieren gebildete Wasserstoff — ungehindert entweichen können. Die Grundemails A und H sind bei

Die Untersuchung der Zähigkeitsverhältnisse scheint — nebenbei bemerkt — nicht nur für die Fischschuppenbildung, sondern auch dann von Bedeutung zu sein, wenn es sich darum handelt, die teure Borsäure oder den Borax gegen andere Flußmittel auszutauschen oder ein Email aufzubauen, wie es neuerdings unter Verwendung von Hochofenschlacke vorgeschlagen worden ist.

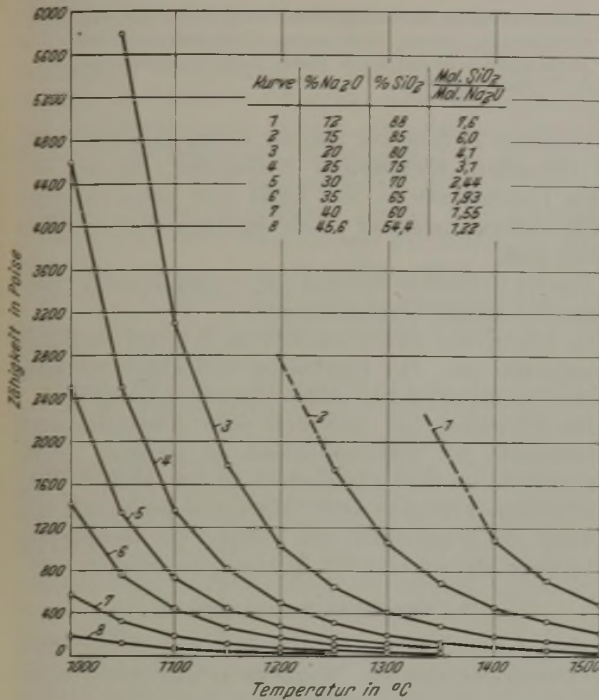


Bild 16. Zähigkeitswerte verschiedener Mischungen von Kieselsäure und Alkali in Abhängigkeit von der Temperatur (nach C. Heidtkamp und K. Endell).

ihrer Brenntemperatur noch zu dickflüssig. Eine Verminderung der Zähflüssigkeit bei diesen Grundemails A, H und B durch Steigerung der Brenntemperatur ist nicht möglich, da die Emails bei zu hoher Brenntemperatur rau und krispelig werden (vgl. Bild 17 und 18). Es muß also bei der

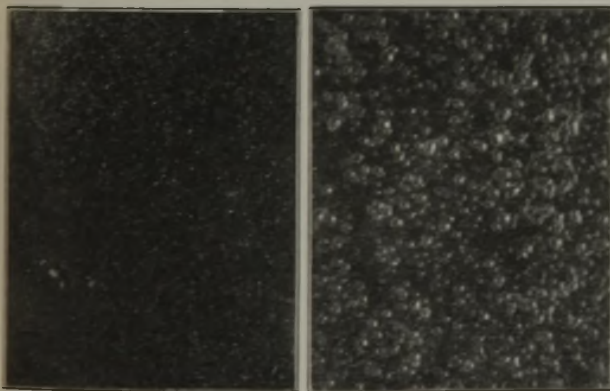


Bild 17. Wirkung zu hoher Brenntemperatur bei Grundemail A.

Bild 18. Blasenbildung durch Ueberhitzung bei Grundemail B.

Bereitung der Grundemaille darauf geachtet werden, daß die Brenntemperaturen in dem Bereich der erfahrungsgemäß günstigsten Zähigkeit liegen. Neben der chemischen Zusammensetzung gibt diese und ihre Beziehung zur Brenntemperatur Anhaltspunkte für die Beurteilung der Emailschlicker.

Festigkeit verschiedener Grundemails.

Es liegt nahe, anzunehmen, daß das Abplatzen der Fischschuppen eine Frage der jeweiligen Festigkeit der Emailglasur sei. Zur Nachprüfung dieser Frage wurden aus geschmolzenen Emails Fäden gezogen und dann unter vorsichtiger Belastungssteigerung zerrissen. Nach den Ergebnissen in Zahlentafel 2 ist ein eindeutiger Zusammenhang

Zahlentafel 2. Zerreißfestigkeit von Emails.

Emails	Verhalten beim Emailieren	Zerreißfestigkeit kg/mm ²
A	Starke Neigung zur Fischschuppenbildung	10,7
		11,94
		15,4
		13,0
		16,4
B	Nur schwach fischschuppenempfindlich	10,1
		15,0
		11,0
C	Keine Fischschuppen	12,0
		10,6
		9,04
		13,0
D	Keine Fischschuppen	10,6
		10,4
		10,2
		11,0

von Fischschuppenempfindlichkeit und Festigkeit nicht festzustellen. Hiernach überwiegt der Einfluß der Brenntemperatur und der bei der Brenntemperatur herrschenden Zähigkeit. Bei größerer Dünflüssigkeit der Emails sind verschiedene Vorteile gegeben. Einmal kann das Reaktionsgas besser aus der Schmelze entweichen, zum andern ist der Anbiß der Grundemails im dünnflüssigen Zustande stärker als im teigigen oder zähflüssigen Zustand.

Zusammenfassung.

Die verschiedenen Formen und Abmessungen der Fischschuppen, wie sie in Grundemails auftreten können, werden an Hand von Bildern gezeigt. Die Bedeutung der Einbrenntemperatur der Grundemaille in Abhängigkeit von der Zähigkeit für die Fischschuppenbildung wird erläutert. Die Einbrenntemperatur ist für Emails bestimmter chemischer Zusammensetzungen gegeben, da man sie nicht überschreiten kann, ohne daß die Glasur unansehnlich wird. Wieweit die Einbrenntemperatur durch Aenderung der chemischen Zusammensetzung verändert werden kann, läßt sich aus einer Reihe Viskositätskurven für verschiedene Grundemails ableiten. Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Festigkeit und Fischschuppenempfindlichkeit der Emaille scheint nicht zu bestehen, da die Werte für die Zerreißfestigkeit für Emails mit ausgesprochener Fischschuppenempfindlichkeit und für fischschuppenunempfindliche ungefähr einander gleich sind.

Das betriebliche Rechnungswesen im Spiegel gemeinwirtschaftlicher Betrachtung.

Von Emil Gobbers in Düsseldorf.

[Bericht Nr. 151 des Ausschusses für Betriebswirtschaft des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute¹.]

(Nationalsozialistische Wirtschaftspolitik und Unternehmertätigkeit. Das betriebliche Rechnungswesen: Wirkungsbereich und Stellung des betrieblichen Rechnungswesens im Wertekreislauf des Unternehmens, Umfang und Grenzen der Organisation des betrieblichen Rechnungswesens, die Beeinflussung des betrieblichen Rechnungswesens durch den Staat, Kostenrechnung und Preisbildung. Folgerungen für die Verkaufspolitik.)

Nationalsozialistische Wirtschaftspolitik und Unternehmertätigkeit.

Die Aufgaben und Zielsetzungen, die heute der deutschen Wirtschaft zur Erfüllung volks- und nationalpolitischer Belange gestellt sind, müssen unter ganz anderen Voraussetzungen gelöst werden, als dies vor dem Weltkrieg der Fall war. Damals hatten wir eine Rohstoffgrundlage, die teils auf den Bodenschätzen unserer ehemaligen Landesteile und Kolonien, teils auf den guten Handelsbeziehungen mit der übrigen Welt beruhte. Durch den Krieg und die verhängnisvolle Politik der sogenannten Siegermächte ist die Grundlage für einen freien und gesicherten Außenhandel erschüttert worden. Preis- und Valutadumping, Schutzzölle, machtpolitische Maßnahmen und Boykottbewegungen haben das liberalistische System der klassischen Wirtschaftslehre, nach der der Austausch von Gütern und Leistungen zwischen den Völkern auf dem freien Ermessen des einzelnen beruht, zum Erliegen gebracht.

Wir erleben heute, daß der Staat regelnd in das Gefüge wirtschaftlicher Verflechtungen eingreift. Allerdings wird dadurch keinesfalls Initiative und Verantwortung des Unternehmers durch staatliche Behörden abgelöst. Der schöpferische Geist und die Verantwortungsfreudigkeit des wirtschaftenden Menschen soll und muß sich innerhalb der vom Staat geforderten Zielsetzungen frei entfalten. Nicht Willkür, nicht Bürokratie, sondern echte schöpferische Freiheit, Ordnung und Fürsorge für die Gemeinschaft, das ist die Parole der nationalsozialistischen Wirtschaftsverfassung.

Diese Aufgaben können nur dann erfolgreich gelöst werden, wenn die Wirtschaftenden mit den Gütern und Mitteln, die uns leider nicht immer unbeschränkt zur Verfügung stehen, haushälterisch und sparsam umgehen. Das Gesetz der Wirtschaftlichkeit, d. h. der Sparsamkeit, das seit jeher für jeden verantwortungsbewußten Unternehmer „das A und das O“ der Betriebsführung war, ist heute zum Primat unserer Wirtschaftsauffassung geworden. Reichswirtschaftsminister Funk hat in seinem Neujahrseruf die Forderung nach einer rationellen Wirtschaftsordnung erhoben und damit die Zielsetzungen der Wirtschaftspolitik für das Jahr 1939 bekanntgegeben. Sie lauten: keine Ueberspannung der Arbeitskräfte, keine einseitige Stärkung des einzelnen Bedarfs, sondern: zweckmäßiger Einsatz und wirtschaftliche Ausnutzung der Arbeitsmittel und -kräfte, Verbesserung der Betriebsanlagen, Erzeugungsgüter und -verfahren, Beseitigung überflüssiger Verwaltungsstellen und unnötiger Einflußnahmen auf die Wirtschaft durch amtliche oder halbamtliche Stellen, ein vernünftiges und den gemeinwirtschaftlichen Belangen entsprechendes Verhältnis zwischen der Herstellung von Erzeugungs- und Verbrauchsgütern.

Daraus folgt, daß der im Wirtschaftsablauf verantwortlich Tätige Klarheit über die Vorgänge im Betrieb und darüber hinaus über die Absatzmärkte haben muß. Hierbei

¹) Vorgetragen anlässlich des betriebswirtschaftlichen Kurses am 23. Januar 1939 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

ist besonders zu beachten, daß der Leistungsgedanke, d. h. die Herstellung hochwertiger Erzeugnisse, die dem einzelnen Unternehmen in der Regel auch einen stetigeren Erfolg sichert, an erster Stelle jeglichen Werteschaffens stehen muß.

Für die gedeihliche Entwicklung unserer Betriebe gelten demnach folgende Voraussetzungen:

1. Die Erzeugnisse müssen absatzfähig, d. h. auf den Bedarf abgestellt sein. Der Herstellung wird also zweckmäßig eine Marktanalyse und Absatzplanung vorausgehen.
2. Die Erzeugung hat nach dem oben gekennzeichneten Grundsatz der Wirtschaftlichkeit zu erfolgen. „Wirtschaftlich“ ist nicht gleichbedeutend mit „billig“! Wirtschaftliche Fertigung heißt: Mit einem begrenzten Aufwand an Arbeitskraft und Gütern die bestmögliche Leistung, das preiswerte Erzeugnis zu erstellen.

Das betriebliche Rechnungswesen.

Wirkungsbereich und Stellung des betrieblichen Rechnungswesens im Wertekreislauf des Unternehmens.

Mittel zur Feststellung der Wirtschaftlichkeit eines jeden Unternehmens ist das betriebliche Rechnungswesen. Es ist das Gerät zur Regelung und Verteilung des betrieblichen Wertestromes. Es dient der Ueberwachung des Kostenflusses und gibt Aufschluß über den Grad der Wirtschaftlichkeit der einzelnen Erzeugnisse, Betriebs-einheiten und der Unternehmung. Entsprechend dem Wertekreislauf von der Beschaffung der Güter und Mittel über die Verarbeitung bis zum Absatz gliedert sich das Rechnungswesen in logischer Aufeinanderfolge in Finanzbuchhaltung, Betriebsbuchhaltung, Kostenrechnung, Erfolgsrechnung und die Betriebsstatistik. Die Finanzbuchhaltung regelt und überwacht den Bedarf an Erzeugungsmitteln und Gütern, sie verwaltet die mit der Beschaffung und dem Absatz verbundenen Geld- und Kapitalströme. Die Betriebsbuchhaltung in ihrer Gliederung nach Kostenarten- und Kostenstellenrechnung ist die nach Begriffen und Ursprungsstellen vorzunehmende, dem tatsächlichen Verbrauch und der Inanspruchnahme von Vermögensgütern entsprechende Zurechnung der Aufwendungen auf die Kostenträger.

Finanzbuchhaltung, Betriebsbuchhaltung, Kostenrechnung und Erfolgsrechnung bilden ein in sich geschlossenes Ganzes. Es ist undenkbar, daß eines dieser Teilgebiete des betrieblichen Rechnungswesens die ihm zugedachten Zwecke erfüllen könnte, wenn keine planvolle Verbindung, kein Zusammenhang zwischen den übrigen Abrechnungsbereichen bestünde.

Auch eine gut ausgerichtete Betriebsstatistik wird, soweit sie der Stoffwirtschaft und der Leistungsüberwachung dient, auf den buchhalterischen Ergebnissen der Betriebsrechnung aufbauen.

Eine sinnvolle Abstimmung der einzelnen Teilgebiete ist notwendig, damit die vielseitigen Belange und Anforderungen an ein ordnungsgemäßes betriebliches Rechnungswesen gewährleistet werden.

Umfang und Grenzen der Organisation des betrieblichen Rechnungswesens.

In den Betrieben der eisenschaffenden Industrie mit ihrer Tiefengliederung, den verschiedenartigen Querverbindungen und der mannigfachen Erzeugung ist das Rechnungswesen eine Wissenschaft für sich. Jedoch muß ein neuzeitliches und gut ausgerichtetes Rechnungswesen durchaus nicht um jeden Preis derart beschaffen sein, daß für die rein formgerechte Abwicklung der anfallenden Arbeiten eine Vielzahl von Angestellten nötig ist. Sofern die Erfordernisse und Zielsetzungen klar erkannt sind, soll man auch hier nach dem Grundsatz der Wirtschaftlichkeit mit den einfachsten Mitteln und dem geringsten Aufwand den bestmöglichen Nutzen zu erreichen suchen. Denn die Organisation ist nicht Selbstzweck, sondern nur Mittel zum Zweck. Wir wollen keine „Zahlenfriedhöfe“ schaffen, mit denen weder der Betriebsmann noch der Kostenmann etwas anzufangen weiß und die in den Aktenschränken der Registraturen verstauben.

Wenige brauchbare Kennzahlen und Statistiken genügen oft, um die Betriebsgebarung übersehen und beurteilen zu können. Wenn es auch heute in Deutschland eine große Zahl von Unternehmen gibt, die in ihrem Abrechnungswesen noch weit hinter dem Berg sind, so muß man sich auf der anderen Seite davor hüten, im Aufbau und Umfang der Betriebsorganisation und Kostenrechnung einen Riesenapparat aufzuziehen, den der Betriebsmann und Verkäufer gern mit dem Begriff „Papierladen“ oder „Wasserkopf“ ablehnt. Solche Unternehmen sind leicht von der Gefahr der „Selbstkostenspielereien“ umlauert. Auch der Umfang der Organisation hat seine wirtschaftlichen Grenzen. Das Streben nach weitgehender Genauigkeit löst meist die gegenteilige Wirkung aus, und der ausgeklügelte und theoretisch unanfechtbare Aufbauplan erleidet bei der praktischen Durchführung Schiffbruch, weil bei den Ausführenden entweder die Fachkenntnisse oder die notwendige Zeit für eine sorgfältige Einhaltung der organisatorischen Richtlinien fehlen. Hinzu kommt, daß diese Organisationsabteilungen nicht selten ein Eigenleben im Unternehmen führen, um deren ausgeklügelte Aufzeichnungen und Ergebnisse sich weder Betrieb noch Verkauf kümmern. Das allbekannte Zitat:

„Nah beieinander wohnen die Gedanken,
doch hart im Raume stoßen sich die Sachen“

hat auch bei unserem nüchternen Wirken und Schaffen seine Berechtigung.

Das betriebliche Rechnungswesen erfüllt seinen ursächlichen Zweck, wenn es der Betriebsleitung, den Verkaufsabteilungen und der Verwaltung in einfacher Form und klarer Uebersicht das Rüstzeug an Hand gibt, das zur erfolgreichen Führung des Unternehmens und zum wirtschaftlichen Absatz der Erzeugnisse erforderlich ist.

Die Beeinflussung des betrieblichen Rechnungswesens durch den Staat.

Der Reichswirtschaftsminister hat in Gemeinschaft mit dem Beauftragten für den Vierjahresplan Grundsätze für ein einheitliches Rechnungswesen in der Wirtschaft herausgebracht²⁾. Im Vorwort zu diesem Erlaß heißt es:

„Die neuen Ziele der deutschen Wirtschaft fordern vom Unternehmer gesteigerte Leistung und erhöhte Wirtschaftlichkeit. Voraussetzung für die Erfüllung dieser großen Aufgabe ist die gründliche Erkenntnis und vollständige Erfassung sämtlicher betrieblichen Vorgänge. Damit ist ein

²⁾ „Grundsätze zur Organisation der Durchführung im Rahmen eines einheitlichen Rechnungswesens“, Ergänzungserlaß des Reichswirtschaftsministers vom 11. November 1937.

gut ausgebautes Rechnungswesen Grundelement der Neugestaltung der betrieblichen Organisation.

Die Gesamtwirtschaft, insbesondere die Ziele des Vierjahresplans, verlangen, daß das Rechnungswesen aller Unternehmungen nach einheitlichen Grundsätzen gestaltet wird. Die einheitliche Entwicklung des Rechnungswesens muß durch Gemeinschaftsarbeit aller Unternehmer erfolgen. Gegenseitiger systematisch geleiteter Erfahrungsaustausch, insbesondere in der Form betriebsvergleichender Untersuchungen, ist u. a. Mittel zur Erreichung dieses Zweckes.“

Aus diesem Grunde ist den Wirtschaftsgruppen die Einführung von Kontenplänen zur Pflicht gemacht worden, die in ihren Gruppen von den ruhenden Kapital- und Vermögenskonten ausgehend über die betriebliche Leistung hinweg zur Erfolgsrechnung und Bilanz führen. Diese Verfügungen sind in den letzten Wochen durch die Verordnung über die allgemeinen Grundsätze der Kostenrechnung ergänzt worden³⁾. Durch diese Richtlinien wird kein Schema erzwungen, vielmehr handelt es sich hierbei um eine planmäßige Zusammenfassung der Grundsätze und Aufbauelemente für ein richtiges und ordnungsgemäßes betriebliches Rechnungswesen, das für die betriebs- und volkswirtschaftlich gerechtfertigte Preisstellung und für eine wirtschaftliche Betriebsführung unerläßlich ist.

Die staatliche Einflußnahme auf die Preisbildung nach der Kostengestaltung hat sich in jüngster Zeit als besonders dringlich ergeben. Es sind schon in früheren Jahren entsprechende Verordnungen erlassen worden: Erinnert sei hier an die Verordnung über Auskunftspflicht vom 13. Juli 1923, die u. a. recht eindeutige Vorschriften über eine Ueberwachung der Geschäfts- und Betriebsführung enthielt. Der hieraus und aus den übrigen Notverordnungen der Jahre 1930 bis 1933 erhoffte Erfolg ist jedoch vielfach ausgeblieben. Teilweise haben sich diese Verfügungen sogar für die Gesamtwirtschaft schädlich ausgewirkt, da sie zu einseitig auf die Belange der Verbraucherseite abgestellt waren, und die Kostengestaltung und Wirtschaftlichkeitsgebarung der einzelnen Unternehmen unberücksichtigt ließen.

Die Verordnung über Preisbindung und gegen Verteuerung der Bedarfsdeckung vom 29. März 1935 und die Preisstop-Verordnung vom 18. Oktober 1936 zielen dagegen auf eine gerechte, den gemeinwirtschaftlichen Erfordernissen entsprechende Preisbildung ab.

Die neuerlichen Erlasse des Reichskommissars für Preisprüfung über die Preisbildung für öffentliche Aufträge⁴⁾ beruhen ganz eindeutig auf den Grundsätzen eines ordnungsgemäßen betrieblichen Rechnungswesens, wie sie sich aus dem eingangs dieses Abschnittes erwähnten ministeriellen Erlaß vom 11. November 1937 ergeben. Man hat diesen Erlaß in Erkenntnis der Notwendigkeit für eine volkswirtschaftlich gerechtfertigte Preisgestaltung nur auf diejenigen öffentlichen Aufträge begrenzt, für die ein Marktpreis bisher nicht bestand.

Kostenrechnung und Preisbildung.

Zwecke und Zielsetzungen des betrieblichen Rechnungswesens sind mannigfacher Art. Hauptzweck ist jedoch die Ermittlung der Fertigungskosten der einzelnen Erzeugnisse. Die Kostenrechnung ist gewissermaßen der ruhende Pol zwischen der reinen buchhalterischen Aufwandsrechnung

³⁾ „Allgemeine Grundsätze der Kostenrechnung“, Erlaß des Reichswirtschaftsministers vom 16. Januar 1939.

⁴⁾ Verordnung über die Preisermittlung auf Grund der Selbstkosten bei Leistungen für öffentliche Auftraggeber vom 15. November 1938. — Leitsätze für die Preisermittlung auf Grund der Selbstkosten bei Leistungen für öffentliche Auftraggeber (LSOe) vom 15. November 1938. — Richtlinien für die Preisbildung bei öffentlichen Aufträgen (RPOe) vom 15. November 1938.

und der Fabrikateerfolgsrechnung. Ohne eine planmäßige Gliederung der Aufwendungen nach Kostenarten und deren Zumessung auf Kostenstellen ist eine einigermaßen genaue Kostenrechnung undenkbar. Andererseits wäre ein Fabrikateerfolgsausweis nicht möglich, wenn die Herstellkosten der einzelnen Erzeugnisse vorher nicht ermittelt werden. Eine Saldierung der Aufwendungen mit dem Ertrag in der Jahres-Gewinn- und Verlustrechnung wäre für einen Fabrikbetrieb unzureichend und falsch, da einerseits aus dieser Rechnung die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Erzeugnisse nicht ersichtlich ist, andererseits die Jahresaufwendungen zum Teil als Kosten der Halb- und Fertigerzeugnisse und der Neuanlagen in den Aktiven der Bilanz erscheinen.

Die Kostenrechnung selbst kann wiederum nach den verschiedenartigsten Grundsätzen und Belangen ausgewertet werden. Sie ist sowohl in die Vergangenheit als auch in die Zukunft gerichtet. Als Vergangenheitsrechnung ist ihr Hauptzweck die Umwandlung des buchhalterischen Aufwands eines Zeitabschnitts in Kosten von Leistungseinheiten (Erzeugnissen) mit dem Ziele eines reinen Betriebserfolgsnachweises. Den Erfolg immer und immer wieder zu messen, ist eine unbedingte Notwendigkeit; aber Betriebswirtschaftler und Kaufleute müßten sich ein geistiges Armutszeugnis ausstellen, wollten sie es dabei bewenden lassen, nur von Zeit zu Zeit in den Geldbeutel zu schauen. Die Kostenrechnung geschieht vor allem im Hinblick auf die richtige Preisbildung und Preisstellung. Sie ist die Grundlage für die Preisgestaltung auf dem Markte. Der Preis ist der Ausdruck für die Wertschätzung, die Kosten sind der Maßstab für den Verbrauch von Gütern und Leistungen zum Zwecke der Herstellung marktfähiger Erzeugnisse. Die Vorstellung, daß sich der Preis lediglich aus Angebot und Nachfrage herleiten läßt, ist nur bedingt richtig. Die Einflußgröße „Kosten“ spielt dabei eine ausschlaggebende Rolle. Solange man z. B. für einen Kraftwagen noch 3000 *RM* anlegen muß, wird selbstverständlich die Nachfrage auf diejenigen beschränkt bleiben, die diesen Preis auch bezahlen können. Gelingt es aber, durch technische Rationalisierung die Herstellkosten so weit zu senken, daß man bereits für 950 *RM* einen guten Wagen bekommt, so werden auch diejenigen Volksschichten als Käufer auftreten, die auch einmal im eigenen Wagen spazierenfahren möchten. Es ist unmöglich, bei gegebenen Betriebsverhältnissen und einem gegebenen Erzeugungsumfang die Kosten nach dem erzielbaren Preis hin auszurichten; denn „Kosten“ bedeutet Güter- und Kräfteverzehr, und was einmal verzehrt ist, läßt sich nicht wieder rückgängig machen. Dagegen kann man durch technischen Ausbau der Erzeugungsanlagen unter Umständen ein Vielfaches des vorangegangenen Erzeugungsumfanges und damit eine Kostensenkung auf breiter Grundlage erzielen. Nur durch die Rationalisierung, d. h. Verbesserung der Erzeugungsmittel und sparsamen Einsatz an Gütern und Kräften können die Herstellkosten beeinflußt werden. Wir erkennen hier als segensreiche Auswirkung des Wirtschaftlichkeitsgedankens die Hebung der Lebenshaltung als die vornehmste Pflicht der Wirtschaft gegenüber der Gemeinschaft.

Der erzielbare Preis muß aber mindestens die Erzeugungskosten decken und in der Regel auch einen Mehrertrag erbringen, auf welchem zuletzt der technische und wirtschaftliche Fortschritt beruht; denn die Erweiterung eines Unternehmens und die Verbesserung seiner technischen Erzeugungsgrundlagen kann nur durch einen Ueberschuß der Einnahmen über die Ausgaben finanziert werden.

Die Kostenrechnung im Hinblick auf den erzielbaren Preis ist die Vorrechnung. Das Verhältnis zwischen Vor-

und Nachrechnung mag dadurch gekennzeichnet sein, daß die Vorrechnung fast ausschließlich auf den Ergebnissen der Nachrechnung aufbaut. Die Vorrechnung ist eine Gegenwartsrechnung, während die Nachrechnung auf den Vergangenheitswerten beruht. Deshalb werden im Hinblick auf den vollen Einsatz der Kostengüter Umwertungen auf den zur Zeit bestehenden oder voraussichtlichen Wiederbeschaffungswert mitunter angebracht sein.

Grundsätzlich soll unsere Kostenrechnung zu der Erkenntnis führen, an welchen Erzeugnissen die Kosten in obigem Sinne überdeckt werden und wo Verluste entstehen. Ertragreiche Erzeugnisse sind zu fördern; verlustbringende müssen durch technisch vereinfachte Herstellung verbilligt, oder — wenn das nicht möglich ist — ausgeschaltet werden. Um zu dieser Erkenntnis zu kommen, verlangt die Kostenrechnung auch innerhalb der einzelnen Werke die kostenmäßige Abgrenzung der fabrikatorisch verschiedenen gelagerten Betriebe. So müssen beispielsweise der Hochofen, das Stahlwerk, das Walzwerk, der Weiterverarbeitungsbetrieb, je nach der Verschiedenartigkeit der Erzeugung, eine in sich abgeschlossene Erfolgsrechnung mit den angefallenen Kosten und dem Erlös, der sich aus den Markt- oder Verrechnungspreisen ergibt, aufstellen.

Die Erzeugung findet bei der eisen-schaffenden Industrie in einer Reihe unterschiedlicher, in sich geschlossener Betriebseinheiten statt, die, jede für sich, marktfähige Erzeugnisse erstellen. Die Vorbetriebe geben ihre Leistungen an die weiterverarbeitenden Betriebe in der Weise ab, als wenn sie Anbieter und Nachfrager auf dem Markte wären. Es werden also für die jeweiligen Vorerzeugnisse Preise, sogenannte Verrechnungspreise, festgelegt. Diese Verrechnungspreise bilden sich nicht nach den Herstellkosten des Erzeugnisses, sondern nach dem Marktpreis oder einem diesem gleichkommenden Erfahrungswert. Diese Verrechnungspreisgestaltung ist notwendig, weil man die Wirtschaftlichkeit betriebs- und konzerngebundener Verarbeitungsbetriebe im Vergleich zu selbständigen Unternehmen dieser Erzeugungsstufe nicht verschleiern darf. Eine derartige Preisfestsetzung liegt ebenfalls auf der Linie gemeinwirtschaftlicher Erfordernisse, da die Konzernbetriebe im Wettbewerb mit den freien Unternehmungen keine Vorteile auf deren Kosten erzielen sollen⁵⁾.

Folgerungen für die Verkaufspolitik.

Der Grundsatz der Arbeitsteilung, eine unvermeidliche Folge der Zusammenballung der Wirtschaft, birgt die Gefahr der Bürokratie und der Einengung des Verantwortungsbewußtseins in sich. Dies gilt nicht nur für den Betriebsmann, der mitunter über die innerbetrieblichen Belange hinaus den Blick für die Marktlage verlieren kann, sondern auch für den Verkäufer, wenn er sich nicht bewußt ist, daß seine Aufgabe u. a. die Ueberbrückung des Widerstreites zwischen erzielbarem Preis und den entstandenen Kosten der einzelnen Erzeugnisse ist. Er muß wissen, daß er die Selbstkosten der von ihm anzubietenden Erzeugnisse nicht nach seinem Wunsch „umbiegen“, daß er also nicht den jeweilig erzielbaren Preisen auf dem Markte die Herstellkosten wunschgemäß anpassen kann.

Im Gegensatz hierzu ist eine wahre Angebotsrechnung zu erstellen, die alle Kostengrößen, die dem Gesamtaufwand des Unternehmens entsprechen, aufnimmt. Es muß endlich mit der falschen Ueberlieferung gebrochen werden, bei niedrigen Marktpreisen zu versuchen, den Herstellerbetrieb in den angegebenen Vorrechnungskosten bis auf den

⁵⁾ Vgl. dazu H. Kreis: Arch. Eisenhüttenw. 4 (1930/31) S. 449/53 (Betriebsw.-Aussch. 48).

erzielbaren Preis herabzudrücken, um sich im Augenblick des Geschäftsabschlusses vorzutauschen, daß man ein verlustfreies Geschäft hereingeholt habe. Es hat sich noch immer gezeigt, daß hinterher in der Nachrechnung statt dessen ein erheblicher Verlust, so wie er meist ursprünglich von der Vorrechnung angegeben wurde, erscheint. Wenn sich die Notwendigkeit ergibt, aus gewissen berechtigten Gründen ein Verlustgeschäft hereinzuholen, dann muß der Verkäufer auch verantworten können, daß er ein solches Geschäft, das durchaus im Belang des Unternehmens liegen kann, abgeschlossen hat. Selbstverständlich darf es sich hier nur um Ausnahmen handeln; denn eine Summierung von Geschäften zur Preisuntergrenze, d. h. ohne Einbeziehung der Bereitschaftskosten, würde auf die Dauer das Grundgefüge des besten Unternehmens erschüttern.

Auf die Verkaufselbstkosten wird in der Regel ein Betrag aufgeschlagen, den man üblicherweise als „Verkaufsgewinn“ bezeichnet. Der Verkäufer muß sich jedoch darüber klar sein, daß die Summe sämtlicher sogenannter „Verkaufsgewinne“ nicht dem in der Bilanz ausgewiesenen Reinertrag des Unternehmens entspricht. Eine Kostenrechnung, die sämtliche Aufwendungen lückenlos und genau erfaßt, ist undenkbar. Es gibt Aufwendungen, die gar nicht oder nur teilweise als Kosten verrechnet werden, da ihre Höhe von Einflüssen abhängig ist, die im voraus nicht zu übersehen sind. Die Höhe der Ertragsteuern z. B. steht erst nach Abschluß der Jahresbilanz fest. Niemand kann ferner beispielsweise dafür einstehen, daß die im voraus veranschlagte Lebensdauer einer Anlage, auf die ja bekanntlich die Kosten der Anlagenutzung verteilt werden, richtig ist. Technische Neuerungen auf der einen Seite, Marktveränderungen andererseits können den Betriebswert der Unternehmung schwerwiegend beeinflussen.

Es gibt demnach eine Menge sogenannter außerkalkulatorischer Kosten, die aus dem Unterschied zwischen Verkaufs-Selbstkosten und Marktpreis abzudecken sind, so daß, wie gesagt, der Ueberschuß, den der Verkäufer erzielt hat, noch lange nicht der Reingewinn für das Unternehmen ist. Von diesem Bruttoüberschuß sind beispielsweise folgende außerkalkulatorische Aufwendungen zu decken: Die im

Falle vorzeitigen Maschinenverschleißes nicht gedeckten Abschreibungen, der unter Umständen höhere Wiederbeschaffungswert neuer Anlagen, das Wagnis aus dem Unterschied der steuerlichen und kalkulatorischen Abschreibungen, der Verlust aus Geschäftsjahren mit schlechter Beschäftigung und aus Preisstopverlustgeschäften, der Unterschied zwischen dem kalkulatorischen Zins und dem wirklichen Fremdkapitalzins, das allgemeine Unternehmerwagnis, Haftungen aller Art, das Wagnis der Betriebsbereitschaft im Falle von Betriebsstockungen durch Unterbrechungen in der Werkstoffzufuhr, ungedeckte Verlustanteile von Ausfuhrgeschäften und vieles andere.

Dies alles sind Kosten, die kein noch so gewiegter Kostenschaffmann im voraus veranschlagen kann, die aber in dem sogenannten Verkaufsgewinnzuschlag enthalten sein müssen, wenn der Bestand des Unternehmens auf die Dauer gewährleistet sein soll.

Eine einwandfreie Kostenrechnung ist die Grundlage für eine klare und eindeutige Verkaufspolitik. Es hat sich immer wieder gezeigt, daß sich eine Preisstellung unter Berücksichtigung und richtiger Zurechnung sämtlicher Erzeugungskosten sowohl gegenüber den Kartellen als auch im freien Geschäft durchsetzt. Auch der stärkste Wettbewerber wird bald zu einer Ueberprüfung seiner eigenen Kostenrechnung schreiten, wenn er die Ueberzeugung gewinnt, daß er dem gerechten Preisangebot auf Grund der richtigen Kostenrechnung von der anderen Seite folgen muß.

Der Verkäufer muß also ein feines Fingerspitzengefühl, sowohl für die Beurteilung der Marktlage als auch für die Einschätzung der Leistungsfähigkeit seines Unternehmens haben. Falsche Verkaufsplanung schädigt nicht nur das Unternehmen, sondern verursacht Substanzverluste am Volksvermögen. Deshalb muß überall in unseren Betrieben die Gemeinschaftsarbeit zwischen Ingenieur und Kaufmann gepflegt werden, die das Verständnis für die Arbeit des anderen fördert. Die Wirtschaftlichkeit der Erzeugungsstätten kann nur dann gewahrt bleiben, wenn beide an einem Strang ziehen und jeder in seinem Tätigkeitsbereich das Beste für sein Unternehmen, und damit für die deutsche Wirtschaft, leistet.

Umschau.

Fortschritte im ausländischen Walzwerksbetrieb¹⁾.

Neue Form eines Pilgerschritt-Walzverfahrens.

Bei dem neuen Walzverfahren von F. R. Krause²⁾ wird ein Walzwerk nach *Bild 1* benutzt, bei dem die Walzen A zwischen dem feststehenden Walzgut B und geneigten Gegenflächen abrollen; diese sind in einem von dem Kurbeltrieb C hin- und herbewegten Schlitten D angeordnet. Die Walzen werden durch Federn an die Gegenflächen gepreßt und in einem Führungskäfig E gehalten, der durch einen mit Preßluft gesteuerten Kolben F in die richtige Ausgangslage gebracht wird. Das Walzgut wird in der hinteren Totlage des Schlittens durch die Rolle G um ein bestimmtes Stück vorgeschoben und dann durch die Presse H festgeklemmt. Beim Vorgehen des Schlittens D wird der vordere Teil des Walzstabes alsdann von den Walzen erfaßt und ausgestreckt. Beim Rückgang des Schlittens gleiten die Walzen in ihrem Führungskäfig wieder in die Ausgangsstellung zurück, worauf die Vorschubeinrichtung für das Walzgut in Tätigkeit tritt und das Spiel sich wiederholt.

Es handelt sich hier um ein Pilgerschritt-Walzverfahren, bei dem durch das Abrollen der Walzen auf geneigten Gegenflächen mit einfachen zylindrischen Walzen gearbeitet werden kann. Das neue Walzverfahren soll in der Hauptsache für das Kaltwalzen von Bandstahl Verwendung finden. Sein Vorzug besteht darin, daß es die Fertigwalzung mit stärksten Abnahmen in einem einzigen Arbeitsgang ermöglicht, wobei die Breitung des Walzgutes äußerst gering bleibt. In *Zahlentafel 1* sind einige Angaben

über die Leistung und den Kraftbedarf des Walzverfahrens zusammengestellt, die beim Arbeiten auf einem Versuchswalzwerk mit einem Walzendurchmesser von 105 mm (4") gewonnen wurden. Es gelingt hiernach, Bänder von 6 mm Stärke in einem Durchgang auf 0,6 mm herunterzuwalzen.

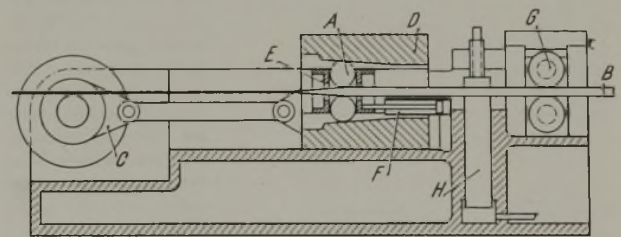


Bild 1. Schema des Krause-Bandwalzwerks.

Die Wirkungsweise des Walzverfahrens wird durch *Bild 2* und *3* näher erläutert. Bei jedem Hub wird von den Walzen das schwarz angelegte Volumen verdrängt. Bei einem Vorschub v und einem Neigungswinkel der Gleitflächen α , der zu 3 bis 6° gewählt wird, ergibt sich die Höhenabnahme des Walzgutes auf dem Arbeitsweg der Walzen dabei in erster Annäherung zu $\Delta h = 2 \cdot v \cdot \sin \alpha$. Zu beachten ist dabei, daß die Länge l wegen der Verlängerung des Stückes während der Walzung die Länge l' der geneigten Gegenfläche übersteigt. An den Walzen müßten die Kräfte P und P' , am Walzgut und an den Gleitflächen aber die waagerechten Komponenten dieser Kräfte S und S' im Gleichgewicht stehen. Durch die Neigung der Arbeitsflächen

¹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1371.

²⁾ Iron Steel Engr. 15 (1938) Nr. 8, S. 14/29

Zahlentafel 1. Leistung und Kraftbedarf bei Versuchswalzungen.

Versuch	1	2	3	4	5
Walzgutmaße beim Eintritt	75 x 6	200 x 4,7	300 x 3,4	200 x 4,3	100 x 4,5
Walzgutdicke beim Austritt	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6
Werkstoff	SAE/1015	SAE/1015	SAE/1015	mit 17% Cr	Chrom 18% Nickel 8%
Verlängerung	10 : 1	7 1/2 : 1	4 3/4 : 1	7 : 1	7 : 1
Vorschub	4,7	5,6	5,6	5,6	5,6
Kurbelwellenumdrehungen je min	60	80	60	60	60
Stromstärkenspitzen in Amp. bei 220 V	225	200	185	170	140
Mittlere Stromstärke in Amp. (etwa 1/3 der Spitze)	75	67	62	57	47
Mittlere Leistung in kW	16,5	14,7	13,6	12,5	10,3
Gewalzte Bandlänge je Hub	48	40,6	26	38	28
Gewalzte Bandlänge je s	48	54	26	39	28
Gewicht des gewalzten Bandes je h	58	193	157	140	51
Gewalztes Band in kg je kWh	3,5	13	11	11	5

Kupferlegierter Stahlguß.

Martin Alexander¹⁾ untersuchte den Einfluß von 1% Cu auf die Ausscheidungshärtung bei Stahlguß. Die zehn in einem 2-t-Konverter erschmolzenen Versuchsstähle enthielten 0,26 bis 0,31% C, 0,21 bis 0,24% Si, 0,45 bis 1,48% Mn, 0,037 bis 0,043% P, 0,032 bis 0,037% S, teils 0,48 bis 0,90% Cr, 1,36 bis 1,54% Ni sowie 1% Cu. Von jeder Schmelze wurde eine Anzahl

und durch den am Walzgut angreifenden Zug S wird die Fließscheide während des Walzvorganges sehr weit nach vorn verlegt.

Wenn Krause in der Abhandlung den Beweis zu erbringen sucht, daß das neue Walzverfahren für eine bestimmte Streckung des Walzgutes nur einen Bruchteil der Walzarbeit benötigt wie

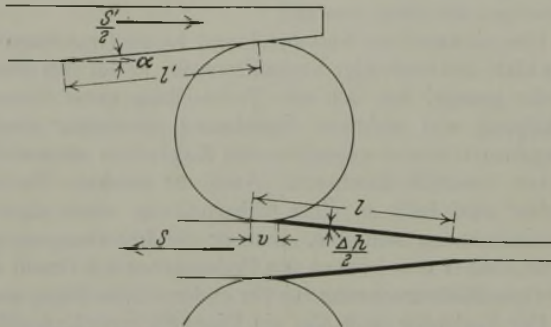


Bild 2. Werkstoffverdrängung beim Krause-Walzverfahren.

Abgüsse hergestellt, darunter Flanschrohre von verschiedener Wanddicke (s. Bild 1), ferner ein Block zum Ausschmieden und schließlich ein in Sand gegossener Block für die Entnahme von Zerreiß- und Kerbschlagproben. Die Stahlgußteile wurden auf Seigerungen und Risse untersucht. Eine besondere Anfälligkeit der kupferlegierten Stähle für Warmrissigkeit wurde nicht festgestellt. Es gelang in keinem Falle, ausgesprochene Warmrissigkeit an den Flanschen der Rohre zu erzeugen. Dendritengefüge und Seigerungen waren im kupferlegierten Stahl nicht ausgeprägter als in den kupferfreien Stählen.

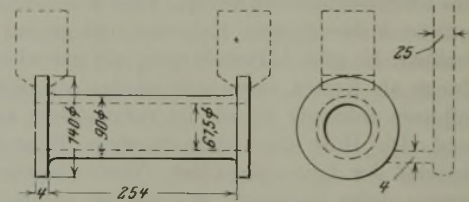


Bild 1. Abmessungen des dickwandigen Flanschrohrabgusses.

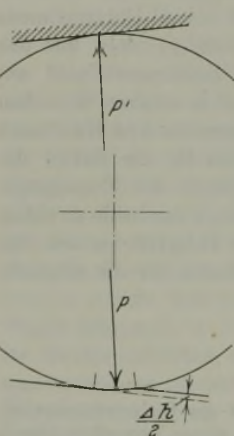


Bild 3. Kraftangriff beim Krause-Walzverfahren.

die übliche Walzung in mehreren Stichen, so erweist sich dieser Schluß nicht als haltbar. Bei der Berechnung der Walzarbeit nach dem Momentenverfahren ist die Verlängerung des Hubweges durch die Streckung des Walzgutes nicht genügend berücksichtigt. Bei der Nachrechnung mit der Finkschen Arbeitsgleichung muß die der Gesamthöhenabnahme vor und nach dem Stich entsprechende Streckung eingesetzt werden. Als günstig für den Arbeitsverbrauch sowie für die Streckwirkung verbleibt bei dem neuen Walzverfahren also nur, daß es die Verwendung von Walzen mit kleinem Durchmesser gestattet, bei denen die Reibungsverluste sehr gering ausfallen. Der kleine Walzendurchmesser bringt weiterhin eine Herabsetzung des Walzdruckes mit sich, wodurch die Abmessungen des Walzwerkes günstig beeinflusst werden. Wie sich die unterbrochene Arbeitsweise auf die Gleichmäßigkeit des fertigen Bandes auswirkt, wäre durch Versuche nachzuprüfen.

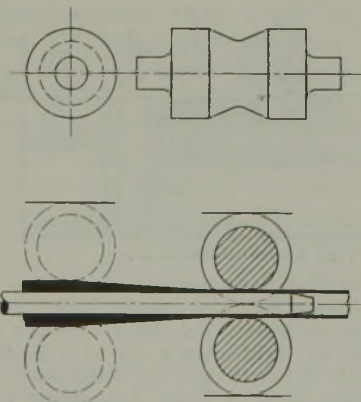


Bild 4. Arbeitsweise beim Auswalzen von Rohren.

Das Verfahren soll sich auch für die Auswalzung von Rohren eignen. Bild 4 zeigt die hierfür in Vorschlag gebrachte Ausbildung der Walzen und des Dornes. Nach den vorliegenden Versuchen ist es möglich, bei Rohren mit 18 mm Innendurchmesser die Wandstärke in einem Arbeitsgang von 6,5 auf 0,8 mm zu verringern.

Erich Siebel.

Zur Untersuchung des Einflusses der Wärmebehandlung wurden kleine Proben der fünf kupferhaltigen Stahlsorten bei 900° normalgeglüht und dann zwischen 400 und 700° bis zu 6 h angelassen. Die Ergebnisse der Härteprüfung sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Der Stahl mit 1,5% Mn und der Chrom-Nickel-Stahl erfuhren beim Normalglühen eine leichte Lufthärtung. Die Anlaßhärtung soll aus diesem Grunde verringert sein. Die Härtezunahme gegenüber dem normalgeglühten Zustand wird durch Legierungsbestandteile abnehmend in folgender Reihenfolge beeinflusst: Chrom, Kohlenstoff, Nickel, Mangan. Chrom-Nickel. Gegenüber dem weichgeglühten Zustand ist die Reihenfolge: Chrom, Chrom-Nickel, Kohlenstoff, Mangan, Nickel, wobei Nickel die geringste Härtezunahme verursacht.

Zahlentafel 1. Einfluß der Wärmebehandlung auf die Härte von Versuchsstählen mit 1% Cu.

Stähle mit ~ 0,3% C, 1% Cu und:	Brinell-Härte bei verschiedenem Wärmebehandlungszustand			Härtesteigerung durch Anlassen in Brinell-Einheiten gegenüber	
	normalgeglüht bei 900°	Höchstwert durch Anlassen zwischen 400 und 700° bis zu 6 h	4 bis 6 h bei 700° weichgeglüht	normalgeglühtem Zustand	weichgeglühtem Zustand
0,6% Mn	166	227	166	61	61
1,5% Mn	210	252	195	42	57
0,8% Cr	184	256	180	72	76
1,5% Ni	193	240	184	47	56
0,5% Cr } 1,5% Ni }	242	268	202	26	66

Die Ergebnisse der Zerreiß- und Kerbschlagprüfung sind in Zahlentafel 2 zusammengestellt. Alle Stahlgußarten werden gegenüber dem gegossenen Zustande durch Normalglühen verbessert. Durch Luftabkühlung wird bei etwas geringerer Festigkeit eine ähnliche Wirkung erzielt. Eine Glühung bei 500° hat auf die Festigkeitseigenschaften der gegossenen Kohlenstoff- oder Nickelstähle mit oder ohne Kupfer nur einen geringen Einfluß. Bei Chrom- und Chrom-Nickel-Stahl mit oder ohne Kupfer bewirkt dies eine Versprödung, die manchmal sogar zu einem vorzeitigen Bruch der Probestäbe in den Gewindegängen führt. Ein Anlassen nach dem Normalglühen hat bei kupferfreiem Stahl keinen größeren Einfluß, bei den kupferlegierten Stählen dagegen erfolgt eine Ausscheidungshärtung, die eine beträchtliche Zunahme des Streckgrenzenverhältnisses

¹⁾ Third Report of the Steel Castings Research Committee. London 1938 (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 23). S. 61/72.

entweichen und die Lösung eine rötliche Orangefarbe annimmt. Darauf läßt man wenig abkühlen, spült Deckel und Wände des Becherglases mit heißem Wasser ab und löst die Salze durch Schütteln. Die Lösung wird dann mit Wasser auf 150 cm³ gebracht, mit Schwefelsäure und Zitronensäure versetzt und tropfenweise Ammoniak in geringem Ueberschuß zugegeben. Darauf versetzt man mit einer n-Natriumjodidlösung, fügt Silbernitratlösung hinzu und titriert das Jodsilber mit Zyankaliumlösung, bis die Lösung kristallklar wird. Die zitronengelbe Lösung wird schließlich mit Silbernitratlösung zurücktitriert, bis eine schwache Opaleszenz auftritt.

F. W. Smith³⁾ gibt ein Schnellverfahren bekannt zur Bestimmung von Mangan in hochchromhaltigen Stählen durch Verflüchtigung des Chroms als Chromylchlorid. 1 g der Probe wird mit einem Gemisch (4:1) von Ueberchlorsäure und 6 n-Salzsäure behandelt. Das Chrom wird durch allmähliche Zugabe von 2 bis 4 g Natriumchlorid verflüchtigt. Das überschüssige Chlorid wird als Salzsäure ausgekocht und die Analyse nach dem gewöhnlichen Persulfatverfahren zu Ende geführt.

Th. Millner und Fr. Kúnos⁴⁾ befaßten sich mit der kolorimetrischen Aluminiumbestimmung mittels Eriochromzyanin-R. Sie zeigten, daß eine gegebene Aluminiummenge im pH-Bereich von etwa 4,6 bis 5,6 mit Eriochromzyanin-R in Gegenwart einer Natriumazetat-Essigsäure-Pufferlösung einen Farbblack bildet, der vielfach stärker gefärbt ist, als dies in Gegenwart eines Natriumazetat-Ammoniumazetat-Essigsäure-Puffergemisches der Fall ist. An Hand der mit steigenden Farbstoffmengen ermittelten Extinktionskurven wurde der Einfluß der Farbstoffvorbereitung, der Azidität und der Stehzeit auf die Farbblackfärbung näher untersucht und zur Erklärung der gefundenen Zusammenhänge die Annahme entwickelt, daß in den wässerigen Lösungen von Eriochromzyanin-R ein sich langsam einstellendes, pH-abhängiges Gleichgewicht zwischen zwei verschiedenen Molekulararten von Eriochromzyanin-R besteht, von welchen zur Farbblackbildung allein oder vorwiegend nur die stärker gefärbte Molekularart befähigt ist.

Zur Ausführung der Bestimmung wurde die nachstehende Arbeitsvorschrift entwickelt, die mit Hilfe einer mitgeteilten Eichkurve eine bis auf $\pm 0,25 \gamma$ Al genaue Bestimmung kleinster Aluminiummengen von 15 γ Al bis 1 γ Al ermöglicht. In einem 25-cm³-Meßkolben fügt man zu der etwa 5 cm³ betragenden, nicht mehr als 15 γ Al enthaltenden salzsauren Aluminiumlösung aus einer Mikrobürette 1,50 cm³ Eriochromzyanin-R-Lösung, versetzt tropfenweise mit 2 n-Natronlauge bis zur Erreichung einer blaßgrauen Färbung, gibt noch einen weiteren Tropfen der 2 n-Natronlauge hinzu und setzt zu der blauviolett gefärbten Lösung unter Schütteln tropfenweise 0,2 n-Essigsäure bis zur Erreichung einer blaßgelben Färbung. Nun versetzt man die Lösung mit 15 cm³ Pufferlösung und füllt bis zur Marke auf. So erhält man die Farbblacklösung. Sodann bereitet man in einem 25-cm³-Meßkolben genau in derselben Weise eine Farbstofflösung mit ebenfalls 1,50 cm³ Eriochromzyanin-R-Lösung, aber ohne Aluminium. Beide Lösungen läßt man 20 h stehen und bestimmt dann im Pulfrich-Stufenphotometer von Zeiss mit einer 1-cm³-Küvette und dem Farbfilter S 53 die Extinktion der Farbblacklösung und die Extinktion der Farbstofflösung gegen reines Wasser. Die der Extinktionsdifferenz der beiden Lösungen entsprechende Aluminiummenge entnimmt man aus der Eichkurve.

Nach einer Mitteilung von R. Chandelle⁵⁾ werden zur Zirkonbestimmung in Ferrozirkon mit Hilfe von Dinatriummethylarsinat 0,3 g der feinst gepulverten Probe im Nickeltiegel mit 4 bis 5 g Natriumsuperoxyd bei nicht zu hoher Temperatur aufgeschlossen.⁶⁾ Die wässerige Lösung der Schmelze wird mit etwas Wasserstoffsuperoxyd versetzt, um die Ferrate zu zerstören, filtriert und alkalifrei ausgewaschen. Dann behandelt man den Niederschlag auf dem Filter mit heißer 5 n-Salzsäure und wäscht mit heißem Wasser nach bis zur völligen Lösung der Oxyde. Etwa vorhandene Kieselsäure wird in bekannter Weise durch Eindampfen mit Salzsäure abgeschieden. Das Filtrat hiervon äthert man aus. Die salzsaure Lösung wird fast trocken gedampft, mit 0,5 n-Salzsäure aufgenommen und aufgefüllt. Je nach dem Zirkongehalt entnimmt man eine etwa 0,03 g Zr entsprechende Menge der Lösung und verdünnt mit 0,5 n-Salzsäure. Nach Zusatz von 1 g Dinatriummethylarsinat erhitzt man und läßt über Nacht stehen, dekantiert mit 0,5 n-Salzsäure und filtriert. Der Niederschlag wird getrocknet, gegläht, im Wasserstoffstrom reduziert, erneut gegläht und als Zirkonoxyd gewogen.

³⁾ Ind. Engng. Chem., Anal. ed., 10 (1938) S. 360/64.

⁴⁾ Z. anal. Chem. 113 (1938) S. 83/119.

⁵⁾ Bull. Soc. chim. Belgique 46 (1937) S. 423/27; nach Chem. Zbl. 109 (1938) I, S. 3664.

Zur Bestimmung von Niob und Tantal in rostfreiem Stahl bemerkt Th. R. Cunningham⁶⁾, daß Titangehalte über 0,10% die Niob- und Tantal-fällung mit Ueberchlorsäure stören; in diesem Falle erfolgt die Bestimmung mit Kupferron. Das Ueberchlorsäureverfahren führt in 2½ h zu guten Ergebnissen. Bei Gegenwart von Molybdän und Wolfram sind einige Abänderungen der üblichen Arbeitsweise zu beachten.

Zur spektralanalytischen Bestimmung von Niob und Tantal werden nach R. Breckpot und J. Creffier⁷⁾ die Metalle in einem Gemisch von Flußsäure und Salpetersäure gelöst. Zur Gewinnung der Oxyde wird diese Lösung entweder unmittelbar nach einem Zusatz von Schwefelsäure eingedampft, oder es wird mit Ammoniak gefällt, der Niederschlag in Oxalsäure gelöst und diese Lösung eingedampft. Etwa 100 mg Oxydgemisch werden in eine Graphitelektrode gebracht, die als Kathode geschaltet wird. Als Anode dient ebenfalls eine Graphitelektrode. Es wird ein Bogen gezündet, der mit 1 A und 65 V brennt. Die Aufnahmezeit beträgt 3 min. Der Bogen wird auf das Prisma des Spektrographen abgebildet. Vor dem Spalt befindet sich ein rotierender Stufenfaktor. Das Mengenverhältnis Niobpentoxyd zu Tantalpentoxyd wird durch visuellen Vergleich homologer Niob- und Tantal-Linienpaare festgestellt. Der Intensitätsvergleich wird ermöglicht durch die Abstufung der Linienintensitäten durch den Stufenfaktor. Niob läßt sich auf diese Weise bis herab zu 0,3%, Tantal bis zu 1% bestimmen. Titangehalte bis zu 10% stören die Analyse nicht.

2. Erze, Schlacken, Zuschläge, feuerfeste Stoffe u. a. m.

Von T. Kvist⁸⁾ ausgeführte Versuche über die Bestimmung von Kieselsäure in Quarziten durch Abrauchen mit Fluorwasserstoffsäure ergaben, daß ein richtiger Wert durch Abrauchen bei Gegenwart von Schwefelsäure nicht zu erzielen ist. Fügt man keine Schwefelsäure hinzu, so wird der Wert dagegen schon nach dem ersten Abrauchen augenscheinlich richtig. Das Abrauchen muß jedoch zur Erzielung eines gleichbleibenden Gewichtes wiederholt werden, wobei viel zu hohe Werte für die Kieselsäure erhalten werden. Bei dem wiederholten Abrauchen ohne jedesmaligen Zusatz von Schwefelsäure wird auch die anwesende Tonerde größtenteils verflüchtigt und wahrscheinlich auch etwas Eisen und Kalk. Die Verunreinigungen können zwar durch Zusatz von einigen Tropfen Schwefelsäure bei jedem Abrauchen gebunden werden. Die gebildeten Sulfate verursachen aber eine Gewichtszunahme, weil sie nach den Befunden von Kvist nur teilweise beim Glühen zersetzt werden. Es werden daher zu niedrige Siliziumdioxidgehalte gefunden. Könnte dagegen alles Schwefeltrioxyd aus der Probe durch kräftiges Glühen entfernt werden, würde das Verfahren annähernd richtige Werte ergeben.

Eine neue titrimetrische Bestimmung der Phosphorsäure veröffentlicht W. Rathje⁹⁾. Die auf Phosphorsäure zu untersuchende saure Lösung wird mit Kaliumjodid versetzt und mit einer Wismutsalzlösung bekannten Gehaltes titriert. Hierbei treten die Wismutionen mit den Phosphationen zu Wismutphosphat zusammen, das auch in verdünnten starken Säuren schwer löslich ist. Der erste Ueberschuß an Wismutionen bildet mit Jodionen weniger schwerlösliches Wismutoxydjodid, das durch seine rote Farbe den Endpunkt der Titration anzeigt. Bei richtiger Wahl der Versuchsbedingungen, d. h. Säure- und Jodidkonzentration, Flüssigkeitsvolumen, konnten in Roh- und aufgeschlossenen Phosphaten mit dem neuen Verfahren oft genauere Ergebnisse erhalten werden als mit gewichtsanalytischen oder kolorimetrischen Verfahren.

N. Birnbaum und G. H. Walden jr.¹⁰⁾ befaßten sich mit der gleichzeitigen Fällung von Ammoniumsilikomolybdat und Ammoniumphosphormolybdat und geben auf Grund ihrer Untersuchungen ein verbessertes volumetrisches Verfahren zur Phosphorbestimmung bekannt. Die schon früher beobachtete Abweichung vom Verhältnis Molybdän:Phosphor = 1:12 in der Zusammensetzung des Ammoniumphosphormolybdat-Niederschlags und die bei der Alterung auftretende Gelbfärbung des Molybdänreagens wird durch die Bildung von Silikomolybdat erklärt und bewiesen. Bei der Aufbewahrung in Gläsern erfolgt die Aenderung des Molekularverhältnisses Phosphor:Molybdän in Abhängigkeit von der Zeit und dem Siliziumgehalt. Bei Verwendung reiner Reagenzien und Lösungen, die nicht in Glasgefäßen aufbewahrt wurden, bleibt auch nach längerer Zeit das

⁶⁾ Ind. Engng. Chem., Anal. ed., 10 (1938) S. 233/35.

⁷⁾ Ann. Soc. sci., Bruxelles, Ser. I, 57 (1937) S. 290/95; nach Chem. Zbl. 109 (1938) II, S. 564.

⁸⁾ Z. anal. Chem. 114 (1938) S. 21/26.

⁹⁾ Angew. Chem. 51 (1938) S. 256/58.

¹⁰⁾ J. Amer. chem. Soc. 60 (1938) S. 66/70; nach Chem. Zbl. 109 (1938) I, S. 2924.

Verhältnis Phosphor zu Molybdän konstant = 1:12. Aus den Untersuchungen wird eine Arbeitsvorschrift zur Bestimmung der Phosphorsäure in Gegenwart von Eisen abgeleitet, nach welcher Fällung als Phosphormolybdat, Auflösung in 2n-Natronlauge, Reduktion im Silberreduktor und Titrieren des Molybdäns mit Zersulfat erfolgt.

W. Geffcken und H. Hamann¹¹⁾ haben ein Titrationsverfahren zur Bestimmung von Fluor- und Kieselfluorwasserstoff-Ionen ausgearbeitet, das einerseits rasch und genau arbeitet, andererseits nur leicht zugängliche Reagenzien benötigt und dabei Fluor- und Silikofluorid-Ion getrennt und unabhängig von der Alkalität oder Azidität der Lösung zu bestimmen gestattet. Bedingung ist, daß die Lösung keine hydrolysierbaren Fremdstoffen enthält. Die azidimetrische Titration wird mit Kalilauge und Kaliumsilikat unter Verwendung geeigneter Indikatoren vorgenommen. Schwerlösliche Fluoride müssen in bekannter Weise vorher aufgeschlossen werden.

3. Metalle und Metallegierungen.

Die uns zur Verfügung stehenden Verfahren zur gewichtsanalytischen Bestimmung des Bleis zeichnen sich keineswegs durch besondere Einfachheit und Genauigkeit aus. Sie sind alle mit gewissen Fehlerquellen behaftet, und es gehört ein reichliches Maß persönlicher praktischer Erfahrung dazu, um die sich daraus ergebenden Fehler weitestgehend zu vermindern. Es gilt dies besonders von der in der Praxis am meisten benutzten Bestimmung des Bleis als Sulfat. Die Ursache ist darin zu suchen, daß das in Wasser ziemlich beträchtlich lösliche Bleisulfat auch in verdünnter Schwefelsäure nicht ganz unlöslich ist, selbst bei Zusatz von Alkohol. In sehr einfacher und genauer Weise läßt sich Blei nach einer Mitteilung von O. Brunck¹²⁾ als Sulfid bestimmen. Leitet man in eine Lösung von Bleinitrat in überschüssiger Salpetersäure, deren Menge bis zu 3% betragen kann, bei Zimmertemperatur Schwefelwasserstoff ein, so bildet sich ein blaugrauer, schwerer Niederschlag, der sich rasch absetzt und mit Wasser leicht auswaschen läßt. Er besteht aus mikrokristallinen Würfeln und gleicht nach dem Trocknen vollkommen gepulvertem Bleiglantz. Er enthält weder freien Schwefel noch basisches Sulfid, und seine Zusammensetzung entspricht genau der Formel PbS. Das Gewicht des bei 100° getrockneten Niederschlages bleibt auch beim Erhitzen auf 150° konstant.

Da das kristalline Bleisulfid im Gegensatz zum amorphen keine Neigung zeigt, andere in der Lösung enthaltene Metalle zu adsorbieren, wurde versucht, ob unter den angegebenen Bedingungen das Blei sich von dem so häufig begleitenden Zink in einem Arbeitsgang trennen läßt. Es gelingt dies tatsächlich unter der Voraussetzung, daß bei einer Säurekonzentration von etwa 3% die Menge des Zinks 0,2 g in 100 cm³ Flüssigkeit nicht überschreitet, was sich bei größeren Mengen Zink durch Verdünnen der Lösung leicht erreichen läßt.

W. Düsing und Kl. Winkelmann¹³⁾ geben ein Verfahren an, nach dem es möglich ist, eine Schnellbestimmung des Schwefels im Nickelmetall entsprechend der Schwefelbestimmung im Eisen durch Verbrennung im Sauerstoffstrom durchzuführen. Die Verbrennungstemperatur beträgt 1250°. Notwendig ist ein Zuschlag von Manganmetall. Die besten Ergebnisse werden erzielt, wenn man zu 0,5 g Ni 1 g Mn als Zuschlag gibt. Größere Einwaagen in die gebräuchlichen Schiffchen von 70 mm Länge und 10 mm Breite und Höhe zu geben, ist nicht ratsam, da eine zu große Stoffmenge einen Teil des Schwefels mechanisch, etwa in sich bildenden Hohlräumen der Schlacke, zurückhalten könnte. Die vollständige Verbrennung dauert 6 min. Bekanntlich wird das entstandene Schwefeldioxyd in Wasserstoffsperoxydlösung zu Schwefeltrioxyd oxydiert und alkalimetrisch bestimmt.

Ein brauchbares kolorimetrisches Verfahren zur Bestimmung des Magnesiums ist bisher nicht allgemein bekannt geworden. A. Thiel und E. van Hengel¹⁴⁾ sind in der Lage, diese analytische Lücke nunmehr zu schließen, und hoffen, damit namentlich der Leichtmetallindustrie einen Dienst zu erweisen. Die einzige Farbreaktion, die für eine Magnesiumbestimmung in Frage kommt, besteht darin, daß Magnesiumhydroxyd mit einer alkalischen Lösung von Chinalizarin eine indigoblaue Färbung gibt, die von der violetten Farbe des Reagens in alkalischer Lösung auch für das unbewaffnete Auge auffällig absteht. Die bei geringen Magnesiumgehalten zunächst entstehenden klaren blauen Lösungen neigen zur Ausscheidung eines blauen Niederschlages, der sich je nach dem Magnesiumgehalt der Lösung

rascher oder langsamer bildet. Zur Stabilisierung der blauen Lösungen ist die Zufügung eines Schutzkolloids notwendig, als welches sich unter zahlreichen erprobten Stoffen nur das Gummiarabikum bewährt. Zur Ausführung des Verfahrens wird die zu untersuchende Lösung, die von störenden Fremdstoffen befreit sein muß und weder stark sauer noch stark ammoniumsalzhaltig sein darf, auch höchstens 0,8 mg Mg in der abgemessenen Probe enthalten darf, in einem 100-cm³-Kölbchen mit 10 cm³ Gummi-lösung, darauf mit 10 cm³ Farbstofflösung und zum Schluß mit 10 cm³ Natronlauge versetzt und bis zur Marke aufgefüllt. Die Färbung bildet sich sofort aus und ist mindestens ½ h unverändert haltbar. Allmählich verblaßt die Lösung etwas infolge Zerstörung des freien Farbstoffes in der alkalischen Lösung. Die Lösung wird in einer Schichthöhe von immer 25 mm unter Verwendung des Filters SF 9 absolutkolorimetriert. Von fremden Kationen dürfen nur die der Alkalimetalle zugegen sein. Man muß also das Magnesium nach dem üblichen Analysengang von sonstigen Fremdstoffen befreien.

4. Brennstoffe, Gase, Oele, Wasser u. a. m.

W. Radmacher¹⁵⁾ veröffentlicht Untersuchungen zur Feststellung der Versuchsbedingungen für ein geeignetes Verfahren mit elektrischer Beheizungsart zur Bestimmung des Verkokungs-rückstandes und der flüchtigen Bestandteile fester Brennstoffe. Bekanntlich läßt das deutsche Normblatt DIN DVM 3725, das sich mit genannter Bestimmung befaßt, nur die Arbeitsweise mit Platintiegeln über dem Bunsenbrenner zu. Radmacher weist zunächst nach, daß bei dem genormten Bochumer Verfahren die Höhe der Verkokungstemperatur wesentlich von der Oberflächenbeschaffenheit der Platintiegel beeinflusst wird. Bei gebrauchten, zwischenzeitlich immer wieder gereinigten matten Platintiegeln mit hellgrauer, glatter Oberfläche, wie sie meistens im Laboratorium gebraucht werden, ergab sich unter den Versuchsbedingungen des genormten Bochumer Verfahrens eine mittlere Verkokungstemperatur von 875°. Bezüglich der Verkokungsdauer wurde festgestellt, daß die Gesamtverkokungszeit innerhalb bestimmter Grenzen liegt. Als für das Verfahren mit elektrischer Beheizungsart geeignetsten Tiegel wurde ein Quarztiegel mit Deckel im Gesamtgewicht von etwa 27 bis 29 g erkannt, mit einem lichten Durchmesser von 25 mm und einer Höhe von 45 mm, mit aufgelegtem flachen, 4 mm breitem geschliffenen Rand. Hinsichtlich des elektrischen Ofens ergab sich die Forderung, daß dieser eine Temperatur von 875° konstant halten kann und über eine genügend große Wärmekapazität verfügt. Zu empfehlen sind Muffelöfen mit eingebetteten Widerständen und Stabausdehnungsregler, mit Schornstein, einer Öffnung zur Einführung eines Thermoelementes unter dem Schornstein an der Ofenrückwand und mit Türgriff an der linken Ofenseite. Das auf Grund der festgestellten Versuchsbedingungen aufgestellte neue Verfahren liefert praktisch dieselben Ergebnisse wie das genormte Bochumer Verfahren. Gegenüber letzterem hat das neu entwickelte Verfahren noch den Vorteil, daß sich nach ihm auch sämtliche spritzenden Brennstoffe in loser Form in der gleichen Weise wie alle übrigen Brennstoffe einwandfrei verkoken lassen, so daß die bei dem Bochumer Verfahren zur Vermeidung des Sprühens notwendigen, oft sehr umständlichen Vorsichtsmaßnahmen entfallen. Auch wird die subjektive Ausführungsform des Bochumer Verfahrens, d. h. die Beobachtung des Flämmchens, bei dem neuen Verfahren durch die Zeitverkokung ersetzt.

H. H. Müller-Neuglück¹⁶⁾ überprüfte gelegentlich neuerer gasanalytischer Arbeiten die analytische Bestimmung von Kohlenoxyd mit Hilfe der Jodpentoxyd-Oleum-Suspension sowie die Ermittlung des Sauerstoffgehaltes in technischen Gasen. Die Untersuchungen zeigten, daß die Säurekonzentration von erheblichem Einfluß auf den Ablauf der Oxydation des Kohlenoxyds durch Jodpentoxyd ist. Die günstigsten Bedingungen sind bei Benutzung einer konzentrierten rauchenden Schwefelsäure mit 11% freiem SO₃ gegeben. Die Verringerung der Konzentration im Orsatgerät durch Wasseraufnahme muß durch gelegentlichen Zusatz von rauchender Schwefelsäure in das Druckausgleichgefäß ausgeglichen werden. Auch die Kornfeinheit des Jodpentoxyds übt einen beträchtlichen Einfluß auf die chemische Umsetzung aus, denn mit der Kornfeinheit wächst die Reaktionsoberfläche und damit die Oxydationsgeschwindigkeit des Kohlenoxyds. Außerdem hängt die Beständigkeit der Emulsion stark von der Kornfeinheit ab. Eine Wasserstoffoxydation findet in der Jodpentoxyd-Oleum-Suspension nicht statt. Die Kohlenwasserstoffe zeigen ein unterschiedliches Verhalten gegenüber der Jodpentoxyd-Oleum-Suspension. So wird Methan nicht angegriffen und Aethan nur, wenn in dem Gas mehr als 2% neben

¹¹⁾ Z. anal. Chem. 114 (1938) S. 15/21.

¹²⁾ Z. anal. Chem. 113 (1938) S. 385/89.

¹³⁾ Z. anal. Chem. 113 (1938) S. 419/22.

¹⁴⁾ Ber. dtsch. chem. Ges. 71 (1938) S. 1157/62.

¹⁵⁾ Brennst.-Chemie 19 (1938) S. 217/26 u. 237/43.

¹⁶⁾ Wärme 61 (1938) S. 280/85; vgl. Glückauf 74 (1938) S. 377.

20% CO vorhanden sind. Propan wird in erheblichem Maße und Butan fast vollständig oxidiert. Deshalb kann bei Schmelgasuntersuchungen die Kohlenoxydbestimmung nicht mit der Suspension durchgeführt werden.

Für die Sauerstoffbestimmung weist das Oxyhydrochinon in verdünnten Lösungen die gleiche Absorptionsgeschwindigkeit und Aufnahmefähigkeit für Sauerstoff auf wie entsprechende Pyrogallolösungen. Konzentrierte Oxyhydrochinonlösungen sind für die technische Gasanalyse ungeeignet. Auch das Sauerstoff-Multi-Rapid bewährt sich unter diesen Bedingungen weniger gut als konzentrierte Pyrogallolösungen. Durch eine Vergrößerung der Oberfläche mit Hilfe von Eisendrahtnetzen ändert sich die Reihenfolge im Aufnahmevermögen der drei Chemikalien für Sauerstoff nicht, aber die Reaktionsfähigkeit geht erheblich zurück. Hingegen führt der Ersatz der Drahtnetze durch besondere Stahlspäne zu einer wesentlichen Verbesserung im Absorptionsvermögen der Sauerstoff-Multi-Rapid-Lösung bei fast gleichbleibenden Werten für die beiden anderen Stoffe. Bei der Umsetzung mit sauerstoffreicheren Gasmischungen spaltet Pyrogallol Kohlenoxyd ab. Diese Bildung von Kohlenoxyd setzt bei gebrauchten Lösungen früher ein und ist erheblich stärker als bei frischen Lösungen. Deshalb können mit Pyrogallol nur Gase mit weniger als 25% O₂ analysiert werden. Demgegenüber spalten Oxyhydrochinon und Sauerstoff-Multi-Rapid unter keinen Umständen Kohlenoxyd ab. Beide Absorptionsmittel sind also in dieser Beziehung dem Pyrogallol überlegen.

Ueber die Anwendung von Chromosalzlösungen für die Sauerstoffabsorption bei der volumetrischen Gasanalyse berichtet J. R. Branham¹⁷⁾. Angesäuerte und nichtangesäuerte Lösungen von Chromchlorür oder Chromsulfat absorbieren Sauerstoff vollständig. Angesäuerte Lösungen von Chromsulfat entwickeln Schwefelwasserstoff und können daher für volumetrische Analysen über Quecksilber nicht verwendet werden. Saure Chromchlorürlösungen gaben kleine Mengen Wasserstoff frei. Die Fehler, die dieser Wasserstoff verursacht, sind von der gleichen Größenordnung, wie sie bei der Sauerstoffbestimmung durch Pyrogallol durch das gebildete Kohlenoxyd entstehen.

A. Stadeler.

Aus Fachvereinen.

Iron and Steel Institute.

(2. Herbstversammlung am 2. und 3. Dezember 1938 in Cardiff.)

L. F. Reinartz gab einen Ueberblick über die

Entwicklung des Herdfrischverfahrens in den Vereinigten Staaten von Nordamerika während der letzten Jahre.

Er beginnt mit einer kurzen Uebersicht über den Werdegang der Stahlherstellung, der beginnend mit dem Bessemerverfahren in den Jahren um 1850 über das Duplex- und das Roheisenerzverfahren in der Form des Talbotverfahrens in den von Campbell um 1890 erfundenen Kippöfen heute mehr und mehr zum Schrott-Roheisen-Verfahren mit 30 bis 40% Roheisen geführt hat. Ein wesentliches Merkmal der Entwicklung in den letzten Jahren ist die Rückkehr zum feststehenden Großofen, mit der Begründung, daß der Kippofen für Schmelzen mit hohem Schrottanteil nicht notwendig sei.

Die Leistungsfähigkeit der amerikanischen Stahlwerke beträgt heute rd. 72 000 000 t je Jahr. Von den insgesamt 1013 Öfen sind 58 sauer zugestellt. Von diesen fassen 13 Öfen 40 t, zwischen 30 und 60 t Fassung liegen 43; nur 5 davon sind kippbar. Bei den basischen Siemens-Martin-Öfen liegt eine Gruppe mit insgesamt 169 Öfen bei 100 t, davon 13 Kippöfen, und eine zweite Gruppe mit 77 Öfen mit 150 t Fassung. Die letzten sind durchweg feststehend und gelten heute als die beste Bauart. Hinzu kommen noch 36 Öfen von 180 bis 300 t und je einer von 350 und 400 t. Unter den letzten sind 25 kippbar.

Die Kosten eines feststehenden 150-t-Ofens einschließlich der auf ihn entfallenden übrigen Stahlwerkseinrichtung werden zu 800 000 \$ angegeben. Dies entspricht etwa 8 \$ Anlagekosten je Jahrestonne, wenn man die den deutschen Verhältnissen entsprechende Jahresleistung eines 150-t-Ofens mit 100 000 t ansetzt. Legt man die von W. C. Buell¹⁾ gemachten Angaben zugrunde, so dürften die amerikanischen Leistungen meist tiefer liegen. Die Angaben über die Bauart der Öfen decken sich durchweg mit den von Buell, die bereits an dieser Stelle¹⁾ ausführlich wiedergegeben worden sind.

Neu ist der Hinweis auf Hängegewölbe für die Gitterkammern, deren Einrichtung in Bild 1 skizziert ist. Für Gene-

¹⁷⁾ J. Res. Nat. Bur. Stand. 21 (1938) S. 45/61.

¹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 425/28, 606/08, 1305/09, 1360/65; 56 (1936) S. 604/08; 57 (1937) S. 604/10, 660/63.

ratorgasbetrieb wird der Venturiöfen empfohlen. Für Köpfe und Spiegel wird auf neue feuerfeste Steine hingewiesen, die auf der Olivin-Grundlage entwickelt worden sind.

Die Angaben über isolierte Gewölbe decken sich im allgemeinen in ihren Zweifeln mit dem, was bisher darüber bekannt geworden ist. Allerdings wird von einem Werk berichtet, das mit

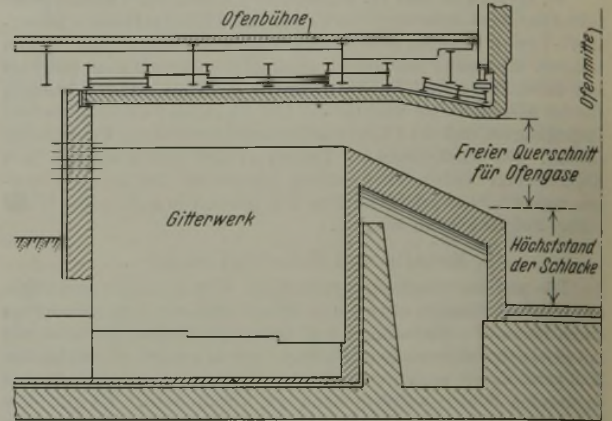


Bild 1. Hängegewölbe für die Gitterkammern.

einem solchen Ofen einen Wärmeverbrauch von 750 000 kcal je t Stahl erreicht haben soll. Festzustehen scheint jedenfalls, daß man durch Isolation des Oberofens keine Erzeugungssteigerung erreicht.

Für Naturgas soll sich das Arbeiten mit Primärluftzusatz sehr gut bewährt haben. Bauliche Einzelheiten werden nicht mitgeteilt.

Auf dem Gebiet der Ofenüberwachung setzt sich jetzt auch in Amerika die Anordnung der Ueberwachungsgeräte auf einer sauberen Schalttafel durch. Im Gegensatz zu deutschen Verhältnissen scheint sich die selbsttätige Zugregelung, die selbsttätige Umstellung nach der Höhe der Kammertemperatur und die selbsttätige Verbrennungsregelung mehr durchzusetzen.

Bei den Angaben über das Einsetzen wird besonders darauf hingewiesen, daß man den Kalkstein nicht unmittelbar auf den Herd geben soll und daß er auf 150 bis 200 mm gebrochen werden muß. Besonders empfohlen wird das auch in Deutschland früher bei kleinen Öfen vielfach übliche Durchrühren der Schmelze gegen Ende der Schmelzung an Stelle von kleinen Erzzusätzen. Allerdings wird dabei nicht angegeben, wie dies bei den großen Öfen gemacht werden soll.

Bezüglich der Betriebsüberwachung wird betont, daß diese bereits beim Einsatz anfangen muß. Gleichmäßige Roheisenzusammensetzung, Trennung des Schrottes nach Güte, Verunreinigungen und Legierungsbestandteilen wird besonders hervorgehoben. Die Schnellanalyse des Roheisens soll einen Ausgleich durch Zuschläge von Ferromangan, Sand oder Kalk zum Einsatz zur Erreichung eines angestrebten Kalkes zu Kieselsäureverhältnissen in der Schlacke ermöglichen. Die

Schlackenüberwachung durch Schnellanalyse des Eisengehaltes wird besonders empfohlen, ebenso die Ueberwachung des

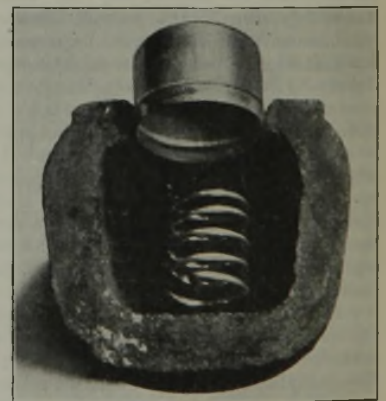


Bild 2. Gefäß zur Probenahme aus dem Stahlbade.

Sauerstoffgehaltes der Schmelzen durch seine analytische Feststellung über den Tonerdegehalt aluminierter Proben, die mit einem besondern Gefäß aus dem Stahlbad genommen werden, wie es in Bild 2 dargestellt ist. Der Gefäßkörper besteht aus Gußeisen. Er ist geteilt, damit die Probe schnell freigelegt werden kann. Die Beruhigung erfolgt durch die innenliegende Aluminiumspirale. Den Zutritt der Schlacke wehrt das oben aufgesetzte Häubchen aus Feinblech ab. Das Gefäß wird mittels besonders eingerichteteter Stangen in das Bad eingeführt.

Beim Arbeiten auf Korngrößenstahl wird eine besonders scharfe Schlackenüberwachung empfohlen; ebenso ein neues Des-

oxydationsmittel mit 45% Si und je 7% V, Al und Zr. Als besonders gefährlich wird der Einfluß der Pfannenschlacke angesehen. Da man keine Kippöfen bauen will, hilft man sich damit, die Pfannenschlacke weitgehend aus der Gießpfanne abzukippen oder auf andere Weise nach dem Abstich zu entfernen und sie durch aufgeworfenen Kalk zu ersetzen.

Die großen Pfannen werden heute schon vielfach geschweißt hergestellt. Bemerkenswert ist der Hinweis, daß die fertiggeschweißten Gefäße bei 650° ausgeglüht werden sollen. Vor dem Abstich werden die Pfannen an manchen Stellen auf 430 bis 530° vorgewärmt.

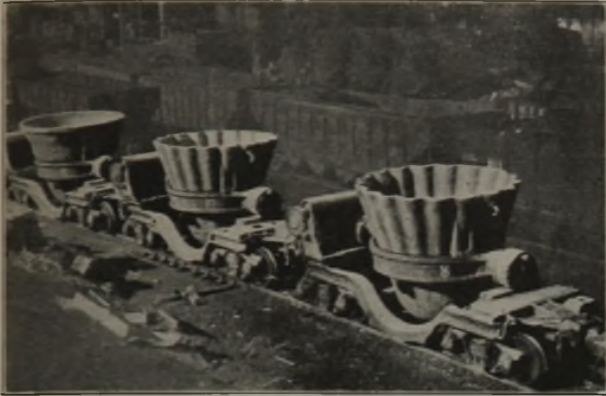


Bild 3. Gewellte und nicht gewellte Schlackenpfannen.

Für das Abfahren der Schlacke sollen sich neuerdings die in Bild 3 dargestellten gewellten Schlackenpfannen bewährt haben. Sie werden bis zu 10 m³ Inhalt gebaut.

Die Äußerungen über die Gießgrubenpraxis sind insofern bemerkenswert, als man daraus entnehmen kann, daß man jetzt auch in amerikanischen Stahlwerken dem Gespannfluß immer mehr Aufmerksamkeit zuwendet. Dabei geht man bezüglich der Anwendung von Sondermörteln die gleichen Wege, die man in Deutschland schon vor Jahren eingeschlagen hat. Kokillen stärkere Seigerungen aufweisen, zu schmale dagegen, besonders beim Guß von oben, leicht Schalenbildung verursachen, wird als Maß für das Verhältnis von Höhe zu Dicke etwa 3,5:1 empfohlen¹⁾. Unmittelbar aus dem Hochofen gegossene Kokillen sollen besser halten als solche aus dem Kupolofen. Die Verwendung von Lunkerpulver wird ebenfalls empfohlen.

Bei der Herstellung von Stahlguß wird besonders auf die Gefährlichkeit der Verwendung von Aluminium hingewiesen.

Hauptsächlich bei der Herstellung von mittelhartem Stahlguß soll es eine kritische Aluminiummenge geben, die ein Höchstmaß der Verminderung von Dehnung und Kerbschlagzähigkeit zur Folge hat.

Bei unberuhigtem Stahl bevorzugt man das Schrottröhren-Verfahren mit möglichst hohem Schrottanteil. Hierbei soll es leichter sein, eine hochwertige Stahlgüte zu erzeugen.

Bei der Herstellung von Tiefziehgütern wird ausgesuchter, verhältnismäßig schwerer und sauberer Schrott eingesetzt. Das Roheisen soll physikalisch heiß und seine Analyse in engen Grenzen gehalten werden. An verschiedenen Stellen wird folgende Zusammensetzung bevorzugt: 0,90 bis 1,10% Si, 1,50 bis 1,75% Mn, unter 0,3% P und unter 0,03% S. Im fertigen Stahl soll der Schwefel unter 0,025% und der Kupfergehalt unter 0,12% liegen. Dem Einsatz werden 8 bis 10% Kalkstein zugeschlagen. Zur Regelung des Kochens in der Kokille wird Aluminium sowohl in

die Pflanze als auch beim Gießen selbst zugegeben. Gerade bei den Tiefziehgütern mit 0,03 bis 0,08% C wird fast durchweg von oben gegossen. Doch wird neuerdings auch hier Gespannfluß versucht. Von Bedeutung soll auch die richtige Zeit bis zum Deckeln der Kokillen sein. Auch die Verwendung von Natriumfluorid in geringen Mengen als Zusatz in der Kokille soll sich zur Erzielung einer dicken reinen Randschicht bewährt haben. Carl Schwarz.

(Herbstversammlung vom 26. Oktober 1938 in London.)

C. Sykes und H. Evans untersuchten die Spezifische Wärme von Handelsreineisen und unlegierten Stählen in Abhängigkeit von der Temperatur,

um die Beobachtungen von G. Naeser¹⁾ über Umlagerungen des Eisens unterhalb 700° nachzuprüfen.

Naeser hat bei seinen Untersuchungen an Elektrolyteisen, technisch reinem Eisen und an unlegierten Stählen nach dem Mischungsverfahren gearbeitet, dessen Fehlermöglichkeit er mit 0,1 bis höchstens 0,3% angibt. Sykes und Evans halten dieses Verfahren zur Bestimmung der wahren spezifischen Wärme für ungeeignet, wenn nicht das untersuchte Temperaturgebiet umwandlungsfrei ist. Sie arbeiteten auf folgende Weise. Die als Hohlzylinder ausgebildete Probe wird durch eine Spule von innen derart erwärmt, daß sie bei umwandlungsfreiem Verlauf ständig die gleiche Temperatur des Kupferblockes aufweist (Bild 1). Aus der zugeführten Wärmeenergie und der aufgenommenen Zeit-Temperatur-Kurve läßt sich dann die wahre spezifische Wärme in Abhängigkeit von der Temperatur errechnen. Um den Beweis zu erbringen, daß auf diese Weise Umwandlungs-

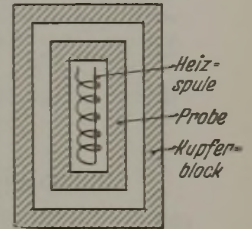


Bild 1. Probenanordnung bei der Versuchseinrichtung von C. Sykes und H. Evans.

Zahlentafel 1.

Zusammensetzung der untersuchten Stähle.

	% C	% Si	% Mn	% P	% S
Elektrolyteisen ¹⁾	0,006	0,005	0,001	0,021	0,003
Lancashire-Eisen	0,01	0,008	0,01	—	—
Schwedisches Eisen	0,017	0,008	0,02	—	—
Armco-Eisen	0,018	0,008	0,02	—	—
Stahl 3	0,22	0,11	0,62	0,034	0,034
Stahl 6	0,43	0,20	0,73	0,037	0,038
Stahl 7	0,82	0,14	0,34	< 0,05	0,008
Stahl 8	1,22	0,17	0,39	0,007	< 0,05

¹⁾ Im Vakuum umgeschmolzen. Das Eisen enthält dazu 0,001% Ni, 0,10% Cu und 0,007% Pb.

punkte gefunden werden, haben Sykes und Evans gehärtete Stähle untersucht und die Wärmetönung des Austenitzerfalls festgestellt; ferner haben sie Eisen-Zinn-Legierungen untersucht und die Schmelzwärme des Zinns ermittelt. Die chemische Zu-

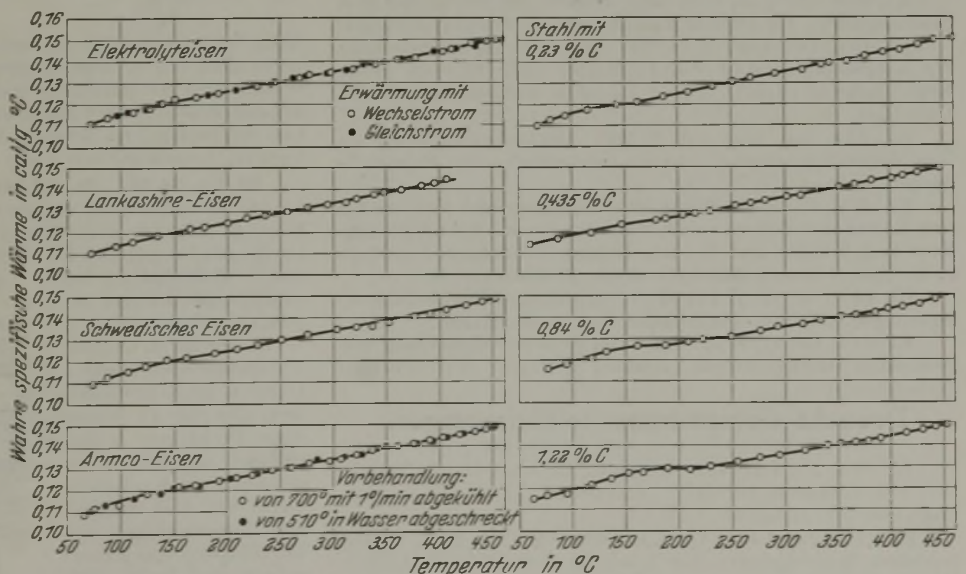


Bild 2. Zusammenstellung der Wärme-Temperatur-Kurven.

sammensetzung der geprüften Stähle geht aus Zahlentafel 1 hervor. C. Sykes und H. Evans fanden für die Weicheisensorten in dem Temperaturbereich von 100 bis 450° keine Um-

¹⁾ Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 17 (1935) S. 185/90; vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 233/34.

¹⁾ Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 68/72.

wandlungspunkte (Bild 2), während die Stähle eine Unregelmäßigkeit zwischen 100 und 250° zeigten, die sie mit dem Verlust des Ferromagnetismus des Zementits erklären. Um diese Unstimmigkeit mit den Versuchsergebnissen von Naeser aufzuklären, wurde geprüft, ob sie auf Abschrecken, Kaltbearbeitung, Magnetisierung, zu schnelle Erhitzung oder eine Wasserstoffaufnahme der Proben zurückzuführen seien. Sykes und Evans konnten jedoch eine derartige Beeinflussung nicht feststellen.

Da die Aenderung einer physikalischen Eigenschaft meist eine Aenderung aller anderen Eigenschaften nach sich zieht, haben Sykes und Evans alle Schriftumsangaben durchgesehen, die sich auf Umwandlungen des Eisens bei Temperaturen bis 400° beschäftigen, ohne einen Anhalt für periodisch auftretende Unstetigkeiten zu finden.

In der bereits vorhandenen Erörterung weist G. Naeser auf eine Arbeit von A. J. Zuithoff²⁾ hin, der, ebenfalls nach dem Mischungsverfahren arbeitend, dieselben wiederholbaren Unstetigkeiten in der Abhängigkeit der mittleren spezifischen Wärme von der Temperatur findet wie er. Zuithoff konnte ferner nach-

²⁾ Proc. Kon. Akad. Wetensch., Amsterdam, 41 (1938) S. 264/74; nach Chem. Zbl. 109 (1938) II, S. 1744.

weisen, daß diese Unstetigkeiten bei entgasten Proben verschwinden und dafür bei 130 bis 190° eine stark ausgeprägte Unstetigkeit auftritt, die er für eine Eigenschaft des reinen α -Eisens ansieht.

Die Frage der Unstetigkeiten unterhalb A₁ ist noch nicht geklärt. In der Abhängigkeit der mittleren spezifischen Wärme von der Temperatur wurden übereinstimmend von Naeser, Zuithoff und G. Borelius³⁾ Unstetigkeiten festgestellt, die von Sykes und Evans in Uebereinstimmung mit H. Klinkhardt⁴⁾ für die Kurve der wahren spezifischen Wärme nicht gefunden werden konnten. Naeser schlägt als Entscheidung vor, gasbeladene Proben nach Sykes und Evans und entgaste Proben nach Zuithoff zu untersuchen. E. Griffiths⁵⁾ empfiehlt, die gleichen Werkstoffe nach den verschiedenen Verfahren zu untersuchen. Naeser glaubt, daß die Unstetigkeiten eher eine Eigenschaft des in großer Menge vorhandenen Eisens, als eine Eigenschaft der geringen Fremdelemente ist.

Hans Esser und Heinrich Arend.

³⁾ Ann. Phys. 67 (1922) S. 227/52.

⁴⁾ Ann. Phys. 84 (1927) S. 167/200.

⁵⁾ Metallurgia, Manch., 19 (1938) Nr. 109, S. 20.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 8 vom 23. Februar 1939.)

Kl. 1 b, Gr. 2, K 148 163. Verfahren zur Aufbereitung von schwachmagnetischen oxydischen Eisenerzen auf magnetischem Wege. Erf.: Dr.-Ing. Walter Lyuky, Düsseldorf. Anm.: Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, e. V., Düsseldorf.

Kl. 7 a, Gr. 14/02, M 136 802. Führungskörper für mehrere, in Walzrichtung hintereinander angeordnete Stangenführungen von Stopfenwalzwerken. Erf.: Heinrich Heetkamp, Buderich, Bez. Düsseldorf. Anm.: Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf.

Kl. 7 a, Gr. 23, D 75 246. Aufhängevorrichtung für die oberen Walzen von Vierwalzengerüsten. Erf.: Johannes Arens, Duisburg. Anm.: Demag, A.-G., Duisburg.

Kl. 7 a, Gr. 26/02, D 75 364. Auflaufrollgang für die Kühlbetten von Stabwalzwerken. Erf.: Ludwig Wegmann, Duisburg. Anm.: Demag, A.-G., Duisburg.

Kl. 7 b, Gr. 5/04, D 74 582. Wickeltrommel für bandartiges Walzgut. Erf.: Erich Zschülle, Duisburg. Anm.: Demag, A.-G., Duisburg.

Kl. 10 a, Gr. 4/01, K 145 648. Regenerator für Koksöfen. Erf.: Dr.-Ing. E. h. Heinrich Koppers, Essen. Anm.: Heinrich Koppers, G. m. b. H., Essen.

Kl. 10 a, Gr. 12/04, W 100 265. Verschlussvorrichtung für selbstdichtende Koksofentüren. Erf.: Joel Sanford Potter, New York. Anm.: Wilputte Coke Oven Corporation, New York.

Kl. 18 c, Gr. 2/23, O 21 451. Härten der Fahrflächen von Schienenenden. The Oxweld Railroad Service Company, Chicago.

Kl. 18 c, Gr. 8/50, D 78 324. Verfahren zur Verbesserung der Laugenbeständigkeit von Flußstahl. Erf.: Dr.-Ing. Franz Nehl, Mülheim (Ruhr). Anm.: Deutsche Röhrenwerke, A.-G., Düsseldorf.

Kl. 21 h, Gr. 20/01, A 75 389. Elektrodenanordnung an Mehrphasen-Schmelzöfen. Aktien-Gesellschaft für Stickstoffdünger, Köln.

Kl. 40 a, Gr. 5/01, M 138 542. Verfahren und Vorrichtung zum Rösten und Sintern von sulfidischen Erzen. Erf.: Dipl.-Ing. Kurt Rudolf Göhre und Dr.-Ing. Helmut Wendeborn, Frankfurt a. M. Anm.: Metallgesellschaft, A.-G., Frankfurt a. M.

Kl. 40 b, Gr. 14, H 143 661. Temperaturabhängige Magnetlegierungen. Heraeus-Vacuumschmelze, A.-G., Hanau.

Kl. 40 b, Gr. 17, S 121 314. Verfahren zur Herstellung von gesinterten Hartlegierungen. Siemens & Halske, A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 8 vom 23. Februar 1939.)

Kl. 18 a, Nr. 1 458 162. Liegender Drehofen für die Reduktion von Eisenerzen od. dgl. „Sachtleben“, A.-G. für Bergbau und chemische Industrie, Köln.

Kl. 18 b, Nr. 1 458 187. Zu einem Formling z. B. Würfel gepreßtes Kohlungsmittel für Eisen- und Stahlbäder. Ludwig Himpe, Bochum.

Kl. 18 c, Nr. 1 457 516. Vorrichtung zum Härten der Oberfläche runder Werkstücke. Firma Paul Ferd. Peddinghaus, Gevelsberg i. W.

¹⁾ Die Anmeldungen liegen von dem angegebenen Tage an während dreier Monate für jedermann zur Einsicht und Einsprucherhebung im Patentamt zu Berlin aus.

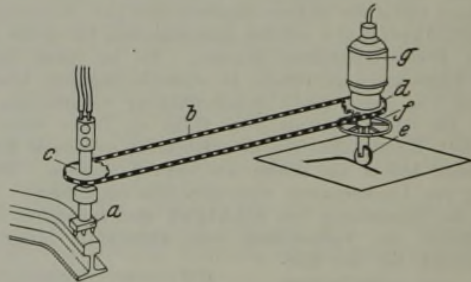
Kl. 18 c, Nr. 1 457 529. Wärmetiefenofen für die Wärmebehandlung von Gußstücken. John William Holden, London.

Kl. 31 a, Nr. 1 458 282. Hebe- und Schwenkvorrichtung für Deckel von Industrieöfen. Brown, Boveri & Cie., A.-G., Mannheim-Käfertal.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 18 c, Gr. 2₁₀, Nr. 667 477, vom 10. Dezember 1936; ausgegeben am 12. November 1938. I.-G. Farbenindustrie, A.-G., in Frankfurt a. M. (Erfinder: Dipl.-Ing. Erich Zorn in Frankfurt a. M.) Vorrichtung zur Oberflächenhärtung von Werkstücken.

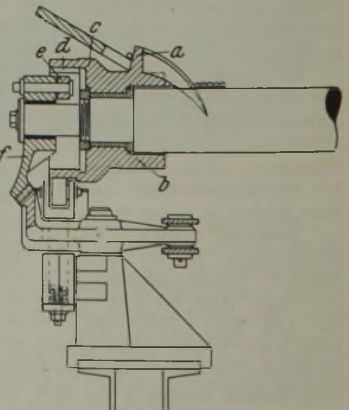
Der Mehrflammen- oder Schlitzbrenner a ist um eine Achse schwenkbar angeordnet, die im wesentlichen lotrecht zu der zu härtenden Fläche steht, und ist durch Zwischenglieder, z. B.



Kette b mit Kettenrädern c und d, derart mit dem Antriebsrad e verbunden, daß er sich in seiner Querlage zum ungleichförmig verlaufenden Werkstück zwangsläufig mit der Richtungsänderung des Antriebsrades nach Zeichnung oder Schablone einstellt. Das zum Schwenken und Bewegen des Brenners dienende Handrad f kann am Antriebsgehäuse g oder am Brenner a angeordnet werden.

Kl. 7 a, Gr. 26₀₁, Nr. 667 840, vom 30. Juni 1937; ausgegeben am 21. November 1938. Zusatz zum Patent 589 143 [vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 354]. Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., in Magdeburg-Buckau. Erfinder: Heinrich Kleff in Magdeburg.) Rollenkühlbett mit winklig zum Rollgang angeordneten Förderrollen.

Das die Richt- und Anschlagleiste oder -leisten a tragende Ende der Kühlbettrollen ist als besonderer Drehkörper b ausgebildet und mit einem eigenen Antrieb versehen. Dabei hat eine ringförmige Erweiterung c des Drehkörpers eine Innenverzahnung d; in diese greift eine Klinko e ein, die durch ein Zahnsegment f so bewegt wird, daß sie den die Leisten a tragenden Drehkörper b absatzweise bewegt, wodurch erreicht wird, daß die Stäbe in der gewünschten Dichte über das Kühlbett wandern.

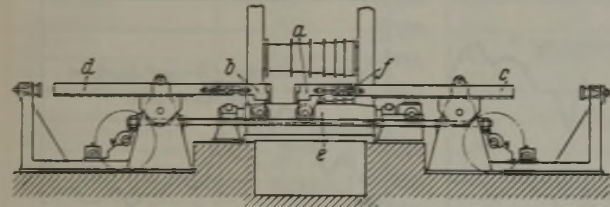


Kl. 7 a, Gr. 22₀₃, Nr. 667 889, vom 23. Januar 1935; ausgegeben am 22. November 1938. Demag, A.-G., in Duisburg. *Walzgerüst, dessen Oberwalzenlager auf abgedeckten Traghebeln ruhen.*

Das Oberwalzenlager a wird durch Federn b und Zugstangen c an die Anstellspindeldgedrückt. Die Zugstangen greifen bei e an einem Hebel f an, an dessen Ende ein Zwischenstück g angelenkt ist; dieses unterfaßt das Oberwalzenlager in achsgleich mit den Walzen verlaufenden Aussparungen so daß es auf den Zwischenstücken g gleitend aus dem Ständerfenster herausgezogen werden kann.

Kl. 7 a, Gr. 25, Nr. 667 890, vom 6. Mai 1934; ausgegeben am 22. November 1938. Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., in Magdeburg-Buckau. *Verschiebeeinrichtung für das Walzgut bei Kantvorrichtungen von Walzwerken.*

Die gegeneinander beweglichen Verschiebe- oder Richtleisten a, b sind an ihren Schubstangen c, d verschiebbar angeordnet, und zwar quer zur Laufrichtung des Walzgutes auf dem Rollgang e. Zwischen jeder Richtleiste a, b und jeder der zu-



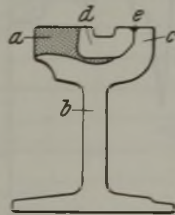
gehörigen Zugstangen c, d befindet sich eine stoßdämpfende Vorrichtung, z. B. eine Druckfeder f, die sich einerseits gegen die Richtleiste a, b und andererseits gegen die Schubstangen c, d abstützt.

Kl. 40 d, Gr. 1₆₅, Nr. 667 895, vom 2. Juli 1931; ausgegeben am 22. November 1938. Siemens & Halske, A.-G., in Berlin-Siemensstadt. (Erfinder: Dr. Georg Masing in Berlin.) *Verfahren zur Herstellung von ferromagnetischen Legierungen auf der Basis Nickel-Eisen mit hoher Maximalpermeabilität.*

Die Legierungen, besonders solche mit 60 bis 90% Ni, Rest Eisen, wobei das Nickel ganz oder teilweise durch Kobalt ersetzt werden kann, erhalten eine hohe Maximalpermeabilität durch Glühen und Abschrecken von Temperaturen zwischen 550° und 700°, indem mehrere Einzelstücke zu Bündeln von etwa 5 bis 10 mm Gesamtdicke vereinigt in einer Flüssigkeit mit einer geringeren Kühlwirkung als Wasser bei Zimmertemperatur, z. B. in Oel, abgeschreckt werden.

Kl. 19 a, Gr. 20, Nr. 667 916, vom 21. Januar 1937; ausgegeben am 23. November 1938. Elektro-Thermit-G. m. b. H. in Berlin-Tempelhof. (Erfinder: Kurt Dombrowe in Blankenfelde, Kr. Teltow.) *Verbundstahlschiene mit Hartstahleinlage.*

Nur der geschraffte Teil a der Schiene besteht aus hochverschleißfestem Stahl, während die übrigen Teile, nämlich Steg- und Fußzone b sowie die Leitschiene c, aus dem weicheren Werkstoff bestehen. Der Rillenkeil d aus Hartstahl wird durch Schweißen bei e mit der Leitschiene verbunden.



Kl. 18 c, Gr. 8₉₀, Nr. 668 035, vom 30. Juli 1936; ausgegeben am 24. November 1938. Siemens-Schuckertwerke, A.-G., in Berlin-Siemensstadt. (Erfinder: Dipl.-Ing. Hans Heinrich Hölzje in Berlin-Charlottenburg.) *Glühgut-Abkühlbehälter mit in eine ringförmige Abdichtungstasse eintauchender Haube.*

Die zusätzliche Kondensationsfläche für Dämpfe, die sich bei der Abkühlung des Glühgutes entwickeln, besteht aus einem unter dem z. B. durch Berieselung mit Wasser gekühlten Haubendeckel angeordneten Tropenauffangblech, das so ausgebildet ist, daß das auf ihm sich bildende oder auf es herabtropfende Kondensat in die Abdichtungstasse abgeleitet wird.

Kl. 7 a, Gr. 14₀₂, Nr. 668 086, vom 1. Mai 1934; ausgegeben am 25. November 1938. Tschechoslowakische Priorität vom 30. April 1933. Dr.-Ing. Wilhelm Stich in Andreashütte b. Gleiwitz. *Verfahren zur Herstellung von Hohlbohrstahl.*

Das kegelige Stahlstück a enthält den zylindrischen Kern b. Beim Walzen wird aus dem kegelligen Stück eine außen zylindrische Walzader, der Kern wird jedoch kegelig gewalzt und kann deshalb leicht entfernt werden. Längere Walzadern werden vorher in Stücke zerteilt.



Kl. 18 b, Gr. 9, Nr. 668 143, vom 8. April 1936; ausgegeben am 28. November 1938. Französische Priorität vom 16. März 1936. Société d'Electro-Chimie, d'Electro-Metallurgie et des Aciéries Electriques d'Ugine in Paris. *Verfahren zur gleichzeitigen Entphosphorung und Entschwefelung von Stahl.*

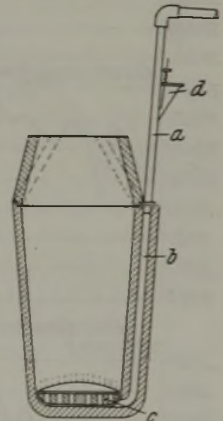
Dies geschieht mit Hilfe von Alkaliverbindungen, wobei einer Alkaliverbindung, z. B. Natriumkarbonat, die bei der Arbeitstemperatur Gas entwickelt, ein Stoff, z. B. Titandioxyd, zugesetzt wird, der instande ist, mit den Basen eine bestimmte Verbindung, z. B. Natriumtitanat, zu bilden, wobei die Menge des Zusatzes nicht zur Sättigung der Basen ausreicht. Das Gemisch wird beim Eingießen des Stahles in eine Pfanne hinzugefügt.

Kl. 18 b, Gr. 16₀₁, Nr. 668 144, vom 23. Januar 1937; ausgegeben am 26. November 1938. August-Thyssen-Hütte, A.-G., in Duisburg-Hamborn. (Erfinder: Dr. Eduard Herzog in Duisburg-Hamborn.) *Verfahren zum Verblasen von manganreichem Roheisen, besonders Spiegeleisen, in der Thomasbirne.*

Oxydische Zuschläge, wie Walzsinter, Eisenerz oder Eisenmanganerz, in einer rasche Kühlwirkung verbürgenden feinen Zerteilung werden zum Teil vor und zum Teil beim Beginn des Blasens in die Birne gegeben, und zwar mindestens ein Drittel der insgesamt erforderlichen Kühlmittelmenge vor dem Hochstellen der Birne und der Rest aufeinanderfolgend während der ersten Blasinuten. Das Blasen wird beendet, bevor die gebildete bröcklige manganreiche, zur Herstellung von Ferromangan geeignete Schlacke durch reichere Aufnahme von Eisenoxydul verflüssigt wird.

Kl. 18 b, Gr. 18, Nr. 668 145, vom 13. Januar 1935; ausgegeben am 26. November 1938. Karl Julius Gaitzsch in Hannover. *Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von leicht vergießbarem Schmiedeeisen bzw. Stahl aus kleineren Roheisenmengen.*

Der im festen Zustand eingesetzte Tiegelinhalt wird im Schmelzofen eingeschmolzen, dann wird durch Rohr a, Kanal b und auswechselbaren Düsenkörper c Wind in das Eisenbad eingeleitet und dieses dadurch gefrischt, wobei z. B. zur Desoxydation, Verbesserung und Hebung der Säurebeständigkeit usw. pulverförmige Metallzusätze durch den durch Federdruck verschließ- und regelbaren Klappentrichter d eingeführt werden können. Hierauf wird das Eisenbad im gleichen Behälter nochmals aufgeheizt und anschließend vergossen.



Kl. 18 b, Gr. 19, Nr. 668 195, vom 21. Oktober 1936; ausgegeben am 28. November 1938. August-Thyssen-Hütte, A.-G., in Duisburg-Hamborn. (Erfinder: Dipl.-Ing. Paul Ernst Hardt in Duisburg-Hamborn.) *Verfahren zur Herstellung gebrannter Konverterböden.*

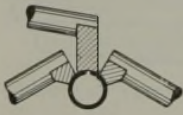
Als Nadeln für die Windkanäle werden Hülsen aus brennbarem Stoff, z. B. Papierrohre mit geringer Wandstärke, benutzt, die mit trockenem, feinem Sand oder anderen, nach dem Brennen einen gasdurchlässigen Rückstand hinterlassenden Stoffen ausgefüllt sind.

Kl. 18 c, Gr. 2₃₃, Nr. 668 230, vom 2. November 1935; ausgegeben am 28. November 1938. Messer & Co., G. m. b. H., in Frankfurt a. M. *Vorrichtung zur Oberflächenhärtung von sich drehenden Wellen.*

Die Vorrichtung besteht aus einem Brenner sowie einer Abschreckeinrichtung und wird an sich drehenden Wellen entlang geführt, wobei z. B. eine zum Abschrecken dienende Brause in einem bestimmten einstellbaren Abstand in der Längsrichtung der Welle hinter einem einfachen Brenner mit geradliniger Kopfform angeordnet ist.

Kl. 21 h, Gr. 32^o, Nr. 668 233, vom 27. September 1931; aus- gegeben am 29. November 1938. Zusatz zum Patent 583 935 [vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 40]. Deutsche Röhrenwerke, A.-G., in Düsseldorf. (Erfinder: Heinrich Esser in Hilden a. Rh.) *Einrichtung zum elektrischen Schweißen von Röhren.*

Mehrere Elektrodengruppen mit je drei Elektroden sind hintereinander so angeordnet, daß in jeder Gruppe je eine Elektrode auf jeder Seite der Schweißnaht liegt, während die dritte Elektrode die Schweißnaht überbrückt, wobei die einzelnen Elektroden der Gruppen von besonderen Transformatoren, die miteinander elektrisch verbunden sind, ihren Strom erhalten. Die Elektroden sind in ihrer Druckrichtung auf das Rohr beweglich gelagert und können auch quer zur Längsrichtung des Rohres verschwenkbar eingerichtet werden.



Kl. 18 a, Gr. 3, Nr. 668 324, vom 30. März 1934; ausgegeben am 30. November 1938. Reichswerke A.-G. für Erzbergbau und Eisenhütten „Hermann Göring“ in Berlin. (Erfinder: Dr.-Ing. Max Paschke in Clausthal-Zellerfeld und Dr.-Ing. Eugen Peetz in Salzgitter, Harz.) *Verfahren zur Herstellung von Roheisen aus einem besonders kieselsäure- oder schwefelreichen Møller.*

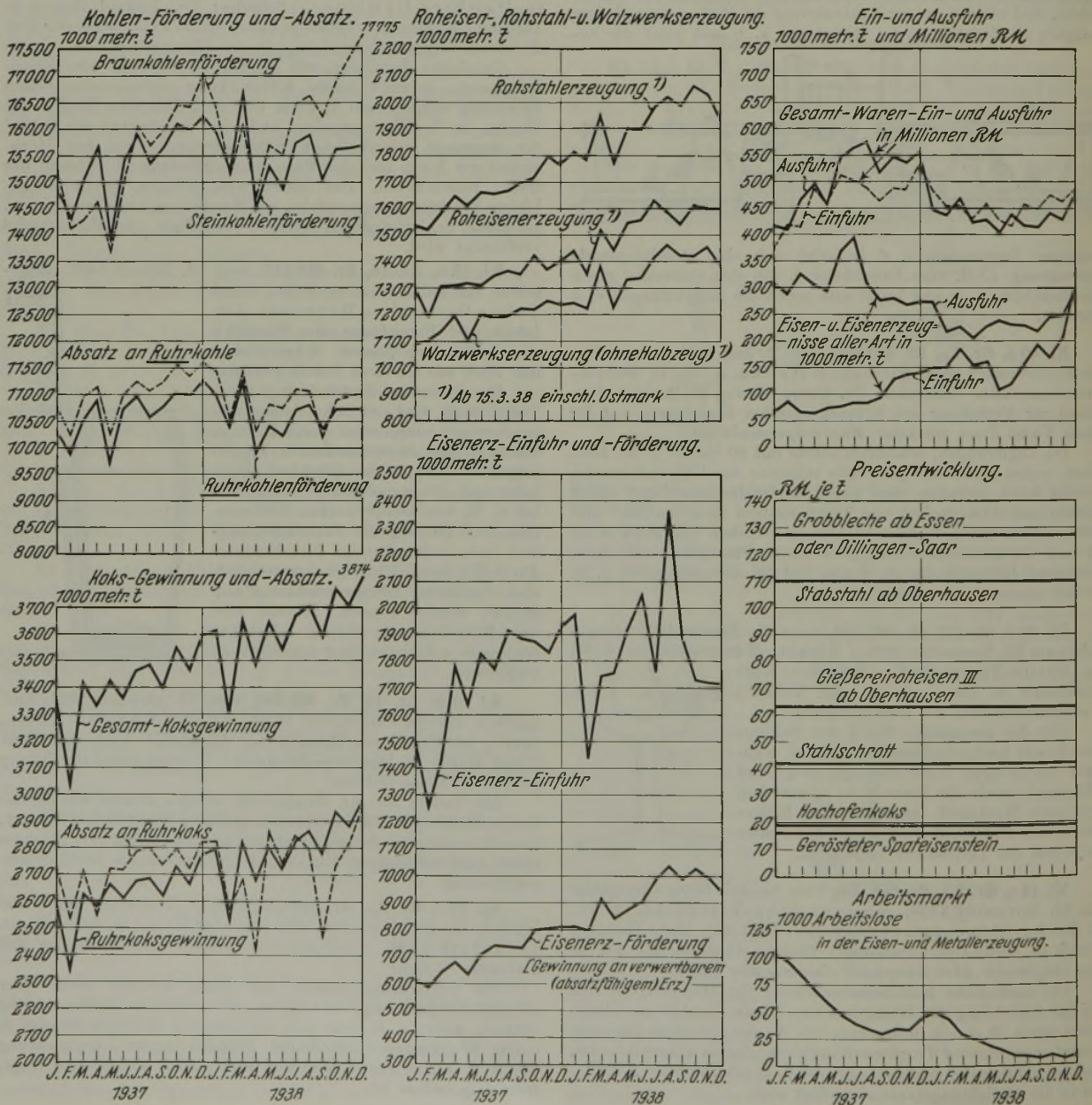
Der Kalkzusatz zum Møller des Hochofens wird so weit ver- mindert, daß unter einer leicht schmelzenden sauren Schlacke ein Roheisen entfällt, dessen Schwefelgehalt höher ist als der Schwefelgehalt eines in üblicher Weise im Hochofen erschmol- zenen Roheisens; das schwefelhaltige Roheisen wird nach dem Abstich zweckmäßig durch Soda entschwefelt. Das Verfahren gestattet auch die Verwendung von mehr oder weniger schwefel- haltigem Koks.

Kl. 18 d, Gr. 2^o, Nr. 668 580, vom 6. Juni 1935; ausgegeben am 6. Dezember 1938. Industrial Research Laboratories, Limited, in San Franzisko (V. St. A.). *Verbundkörper aus vorgeformtem Eisen oder Stahl mit einem einseitigen Ueberzug aus einer Eisen-Bor-Legierung.*

Die Ueberzugslegierung hat 2 bis 4% C, 0,2 bis 2,5% B, bis 2,5% Si, bis 0,1% S, bis 0,3% P, Rest Eisen und Verunreinigungen. Hierbei wird das Mengenverhältnis Kohlenstoff zu Bor derart eingestellt, daß die Legierung eine Härte von über 500 Monotron- Diamantkugel-Brinell-Einheiten (etwa 47 Rockwell-C-Einheiten) und einen Schmelzpunkt unterhalb 1150° hat. Ferner liegt der Kohlenstoff nur in gebundener Gestalt vor. Um die Härte der Legierung zu erhöhen, kann ihr 1,5 bis 9,0% Ni zugesetzt werden.

Statistisches.

Die Entwicklung der Wirtschaftslage Deutschlands in den Jahren 1937 und 1938.



Der deutsche Außenhandel im Jahre 1938.

Im Jahre 1938 betrug die Einfuhr Großdeutschlands 6051,7 Mill. *R.M.*, die Ausfuhr 5619,1 Mill. *R.M.*. Die Handelsbilanz schließt mit einem Einfuhrüberschuß von 432,6 Mill. *R.M.* ab.

Im Außenhandel des alten Reichsgebietes (ab Oktober einschließlich der angrenzenden sudetendeutschen Gebiete) belief sich 1938 die Einfuhr auf 5449,3 Mill. *R.M.*, die Ausfuhr auf 5256,9 Mill. *R.M.*. Es ergibt sich also ein Einfuhrüberschuß von 192,4 Mill. *R.M.* gegenüber einem Ausfuhrüberschuß von 413,2 Mill. *R.M.* im Jahr zuvor ohne den Warenverkehr mit Oesterreich. In der Passivierung der deutschen Handelsbilanz um rd. 635 Mill. Reichsmark spiegelt sich der Gegensatz zwischen deutscher und ausländischer Wirtschaftsentwicklung wider. Unter dem Einfluß des Rückschlages, der von Mitte 1937 bis zum Sommer 1938 in fast allen Teilen der Weltwirtschaft andauerte, nahm die Ausfuhr des Altreichs (ohne den Warenverkehr mit Oesterreich)

Zahlentafel 1. Deutschlands Außenhandel (in Mill. *R.M.*).

	Großdeutschland 1938	Altreich			
		1938 aus-schließlich	1937		ein-schließlich
			aus-schließlich	ein-schließlich	
des Warenverkehrs des Altreichs mit dem Lande Oesterreich					
Einfuhr insgesamt	6051,7	5449,3	5374,9	5468,4	
Lebende Tiere	186,8	113,0	103,5	107,5	
Nahrungsmittel tierischen Ursprungs	508,7	479,0	470,4	479,7	
Nahrungsmittel pflanzlichen Ursprungs	1332,7	1171,8	1133,5	1135,2	
Genußmittel	365,1	346,9	322,7	322,7	
Rohstoffe	1991,4	1849,8	1973,0	1996,2	
Halbwaren	1139,8	1041,0	963,2	980,3	
Fertigwaren	476,2	396,7	361,5	396,6	
Rückwaren	51,0	51,1	47,1	50,2	
Ausfuhr insgesamt	5619,1	5256,9	5788,0	5911,0	
Ernährungswirtschaft	66,7	60,6	84,2	88,8	
Rohstoffe	534,3	504,0	566,5	577,6	
Halbwaren	473,0	403,1	527,3	543,2	
Fertigwaren: Vorerzeugnisse	1370,9	1262,0	1531,4	1555,3	
Fertigwaren: Enderzeugnisse	3170,8	3023,9	3077,4	3144,6	
Rückwaren	3,4	3,3	1,2	1,5	
Einfuhr (-) oder Ausfuhr (+) Ueberschuß	-432,6	-192,4	+413,2	+442,7	

insbesondere bei Halb- und Fertigwaren (+ 22 und 17 %) sowie pflanzlichen Nahrungsmitteln (+ 14 %). Bei Rohstoffen hielt sich die Steigerung in verhältnismäßig engem Rahmen (+ 4 %). Gebietsmäßig betrachtet entfiel der größere Teil der Einfuhrzunahme mit 53 Mill. *R.M.* auf Uebersee, der kleinere Teil mit 21,4 Mill. *R.M.* auf Europa. Die Anteile der Warenbezüge aus Europa und Uebersee an der Gesamteinfuhr blieben jedoch mit 54,5 bzw. 45,1 % gegenüber dem Vorjahr fast unverändert. Die Entwicklung der Einfuhr aus den einzelnen europäischen Ländern war unterschiedlich. Erheblich zugenommen haben die Warenbezüge vor allem aus Italien, Polen und den nordischen Staaten; auch aus einigen südeuropäischen Ländern wurden erheblich größere Warenmengen als im Vorjahre eingeführt. Abgenommen haben dagegen besonders die Bezüge aus Großbritannien, Frankreich und der Sowjetunion. Die Zunahme der Einfuhr aus Uebersee entfiel ausschließlich auf Amerika, während die Einfuhr aus den übrigen Erdteilen leicht zurückging. Unter den amerikanischen Ländern haben die Vereinigten Staaten von Amerika ihre Warenlieferungen weitaus am stärksten erhöht (um 122,7 Mill. *R.M.* oder 43,5 %). Beträchtlich zugenommen haben jedoch auch die Warenbezüge aus Kanada, Brasilien, Uruguay, Chile und Niederländisch-Amerika. Diesen Einfuhrerhöhungen stehen größere Rückgänge der Einfuhr aus Argentinien und Peru gegenüber.

Die Einfuhr Deutschlands nach Erdteilen.

	1937 ¹⁾ Altreich		1938 ¹⁾ Altreich		1938 Großdeutschland	
	Mill. <i>R.M.</i>	%	Mill. <i>R.M.</i>	%	Mill. <i>R.M.</i>	%
Insgesamt	5374,9	100,0	5449,3	100,0	6051,7	100,0
Europa	2945,2	54,8	2966,6	54,5	3403,5	56,3
Uebersee	2409,8	44,8	2462,8	45,1	2628,3	43,4
Afrika	412,0	7,7	385,5	7,1	402,6	6,7
Asien	641,2	11,9	619,4	11,3	656,3	10,8
Amerika	1261,4	23,4	1391,3	25,5	1491,8	24,6
Australien	95,2	1,8	66,6	1,2	77,6	1,3
Nicht ermittelte Länder	19,9	0,4	19,9	0,4	19,9	0,3

¹⁾ Ohne Einfuhr aus Oesterreich.

Am Rückgang der Ausfuhr war überwiegend Europa (- 304,9 Mill. *R.M.*) beteiligt. Die Ausfuhr nach Uebersee verminderte sich um 226,2 Mill. *R.M.*. Gemessen an der Gesamtausfuhr hat jedoch die Ausfuhr nach Uebersee stärker abgenommen (- 12,5 %) als die Ausfuhr nach Europa (- 7,7 %). Dementsprechend ging der Anteil der Ueberseegebiete an der Gesamtausfuhr von 31,3 auf 30,2 % zurück. Im Verkehr mit den europäischen Ländern ging besonders stark die Ausfuhr nach Frankreich, Großbritannien, Belgien-Luxemburg und der Sowjetunion zurück. Die Lieferungen nach Frankreich nahmen um fast 100 Mill. *R.M.* oder um ein Drittel ab, die nach Großbritannien um 81,2 Mill. *R.M.* oder 18,8 %, nach Belgien-Luxemburg um 60,3 Mill. *R.M.* oder 21 %. Die Ausfuhr nach der Sowjetunion ging sogar um 85,6 Mill. *R.M.* oder um fast 75 % zurück. Vermindert hat sich ferner der Absatz nach Schweden, Norwegen und Dänemark, nach den Niederlanden, der Schweiz und Italien sowie nach Bulgarien, Jugoslawien und nach der Tschechoslowakei. Demgegenüber erhöhte sich im abgelaufenen Jahr der Absatz nach Polen, Lettland, Irland, Rumänien und insbesondere nach der Türkei beträchtlich. An der Abnahme der Ausfuhr nach Uebersee waren zur Hauptsache Asien und Amerika beteiligt. Erheblich abgenommen hat die Ausfuhr nach China (- 48,8 Mill. Reichsmark oder 33 %), Japan (- 24,3 Mill. *R.M.* oder 21 %) und Britisch-Indien (- 37,7 Mill. *R.M.* oder 26 %). Wesentlich zugenommen hat nur die Ausfuhr nach Mandschukuo, Columbien, Uruguay und nach der Union von Südafrika.

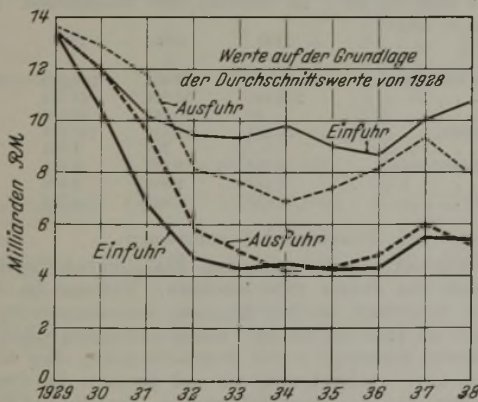
Die Ausfuhr Deutschlands nach Erdteilen.

	1937 ¹⁾ Altreich		1938 ¹⁾ Altreich		1938 Großdeutschland	
	Mill. <i>R.M.</i>	%	Mill. <i>R.M.</i>	%	Mill. <i>R.M.</i>	%
Insgesamt	5788,0	100,0	5256,9	100,0	5619,1	100,0
Europa	3970,2	68,6	3665,3	69,7	3965,2	70,5
Uebersee	1811,6	31,3	1585,4	30,2	1644,7	29,3
Afrika	215,1	3,7	203,0	3,9	211,7	3,8
Asien	642,1	11,1	522,9	10,0	552,1	9,8
Amerika	905,6	15,7	810,7	15,4	830,0	14,8
Australien	48,8	0,8	48,3	0,9	50,9	0,9
Nicht ermittelte Länder	6,2	0,1	6,2	0,1	9,2	0,2

¹⁾ Ohne Ausfuhr nach Oesterreich.

Im einzelnen verminderte sich im Warenaustausch mit den europäischen Ländern insbesondere der Ausfuhrüberschuß gegenüber Belgien-Luxemburg, Frankreich, Großbritannien, Italien, der Schweiz, Norwegen und Schweden. Im Austausch mit Finnland und der Sowjetunion traten an die Stelle von Aus-

von 1937 auf 1938 um 531 Mill. *R.M.*, d. h. rd. 9 %, ab. Der Rückgang beruht ausschließlich auf einer Verminderung der Ausfuhrmenge. Die Ausfuhrpreise waren 1938 im Gesamtdurchschnitt noch um 2 % höher als 1937; im Verlaufe des Jahres sind sie jedoch, dem steigenden Wettbewerb an den Auslandsmärkten entsprechend, stärker gesunken, so daß in den letzten Monaten von 1938 der Vorjahrsstand unterschritten wurde. An der Abnahme der Gesamtausfuhr waren vor allem Halbwaren, sodann



Die Entwicklung des deutschen Außenhandels von 1929 bis 1938. (1938 ohne den Warenverkehr des alten Reichsgebietes mit dem Lande Oesterreich.)

Vorerzeugnisse und auch Rohstoffe beteiligt. Der Rückgang der Ausfuhr von Enderzeugnissen, der weitaus wichtigsten Warengruppe, hielt sich in engsten Grenzen (s. Zahlentafel 1).

Ungeachtet dieser Ausfuhrentwicklung und im Gegensatz zu der rückläufigen Tendenz des Welthandels hat Deutschland seine Warenbezüge 1938 noch weiter erhöht. Dem Wert nach lag die Einfuhr des Altreichs 1938 um rd. 75 Mill. *R.M.* (1,4 %) über dem Vorjahrsstand. Da die Einfuhrpreise im Durchschnitt des Jahres rd. 8 % niedriger waren als 1937, betrug die Zunahme der Einfuhrmenge sogar mehr als ein Zehntel. Mengenmäßig wurde das Vorjahrsergebnis bei allen Warengruppen überschritten,

fubrüberschüssen erhebliche Einfuhrzunahmen. Der Einfuhrüberschuß gegenüber Bulgarien war erheblich größer als im Vorjahr. Im Austausch mit Polen-Danzig, Lettland, Irland, Spanien, Rumänien und der Türkei ergaben sich demgegenüber beträchtliche Bilanzverbesserungen. Im Austausch mit Uebersee hat sich vor allem die Handelsbilanz mit Amerika erheblich verschlechtert. Der Passivsaldo gegenüber den Vereinigten Staaten erhöhte sich infolge der gestiegenen Einfuhr bei gleichzeitiger Ausfuhrverminderung auf 255,3 Mill. *R.M.* Auch im Warenverkehr mit Kanada, Brasilien und Niederländisch-Amerika ergaben sich höhere Passivsaldo, während der Passivsaldo gegenüber Argentinien beträchtlich zurückging. Eine Verschlechterung ergab sich ferner im Warenaustausch mit Asien (insbesondere mit China, Japan und Britisch-Indien), während die Austauschbilanz mit den afrikanischen Ländern und mit Australien eine Verminderung der vorjährigen Passivsaldo aufweist.

* * *

Ueber die Entwicklung des Außenhandels in den für die Eisenindustrie wichtigsten Rohstoffen ist folgendes zu berichten:

Brennstoffe.

Die Einfuhr an fossilen Brennstoffen hielt sich im Jahre 1938 mit 7 012 024 t etwa auf der Höhe des Vorjahres (7 209 044 t). Einer um rd. 400 000 t höheren Steinkohleneinfuhr stand ein Minderbezug an Braunkohlen von rd. 665 000 t gegenüber. Von der Einfuhr entfielen auf:

	Steinkohlen	Koks	Braunkohlen	Preßkohlen aus Steinkohlen Braunkohlen	
				in 1000 t	
1936	4239	663	1644	92	79
1937	4583	550	1837	113	117
1938	4970	591	1272	109	61

Von der Steinkohlen- und Kokeinfuhr der letzten drei Jahre kamen aus:

	Steinkohlen			Koks		
	1936	1937	1938	1936	1937	1938
Belgien	—	—	—	62	57	83
Polen	—	4	264	—	—	12
Frankreich	324	274	143	1	—	—
Großbritannien	3113	3336	3695	147	142	104
den Niederlanden	698	782	745	409	336	382
der Tschechoslowakei	154	185	123	9	15	10
Dänemark	—	—	—	34	—	—

Die gesamte Ausfuhr an fossilen Brennstoffen nahm von 49 637 515 t im Jahre 1937 auf 37 585 538 t im Berichtsjahre, d. h. um rd. 12 Mill. t oder rd. 24 % ab. Von der Ausfuhr entfielen auf:

	Steinkohlen	Koks	Preßkohlen aus Steinkohlen Braunkohlen	
			in 1000 t	
1935	26 774	6611	819	1207
1936	28 650	7184	843	1126
1937	38 629	8793	1030	1145
1938	29 639	5295	1130	999

Am stärksten betroffen wurden die Steinkohlen, deren Auslandsabsatz um rd. 9 Mill. t oder 23 % zurückging, und Koks, dessen Ausfuhr um 3,5 Mill. t oder sogar fast 40 % sank. Ueber die Ausfuhr an Steinkohlen und Koks nach den einzelnen Ländern

Zahlentafel 2. Steinkohlen- und Koksausfuhr Deutschlands nach den hauptsächlichsten Ländern.

	Steinkohlenausfuhr			Koksausfuhr		
	1938	1937	+ oder - gegenüber dem Vorjahr	1938	1937	+ oder - gegenüber dem Vorjahr
	1000 t	1000 t	1000 t	1000 t	1000 t	1000 t
Insgesamt	29 639	38 629	- 8990	5295	8793	- 3498
davon u. a. nach:						
Italien	7 389	7 930	- 541	97	169	- 72
Niederlande	5 821	6 835	- 1014	286	361	- 75
Frankreich	5 409	8 045	- 2636	985	2338	- 1353
Belgien	3 538	5 325	- 1787	40	96	- 56
Schweiz	793	823	- 30	541	658	- 117
Tschecho-Slowakei	785	1 108	- 423	107	167	- 60
Brasilien	680	701	- 21	16	33	- 17
Schweden	653	632	+ 21	577	873	- 296
Dänemark	594	648	- 54	478	518	- 40
Griechenland	567	613	- 46	64	72	- 8
Südslawien	407	450	- 43	100	122	- 22
Kanada	388	303	+ 85	0,3	10	- 9,7
Ägypten	303	624	- 321	11	13	- 2
Argentinien	284	330	- 46	14	24	- 10
Algerien	178	475	- 247	—	—	—
Ungarn	160	169	- 9	157	157	- 0
Norwegen	134	305	- 171	48	65	- 17
Spanien	87	703	- 616	3	13	- 10
Lettland	84	122	- 38	53	28	+ 25
Luxemburg	46	56	- 10	1499	2567	- 1068

unterrichtet *Zahlentafel 2*. An der Spitze der Kohlenbezugsländer steht diesmal Italien, obwohl auch dorthin rd. 541 000 t weniger als 1937 abgesetzt wurden. Die größten Einbußen waren im Geschäft mit Frankreich, Belgien und den Niederlanden zu verzeichnen. Mit Ausnahme von Schweden und Kanada bezogen alle Länder zum Teil wesentlich geringere Mengen als im Vorjahr.

Insgesamt betrachtet zeigt die deutsche Kohlen-Außenhandelsbilanz mengenmäßig einen Ausfuhrüberschuß von 30,6 Mill. t gegen 42,4 Mill. t im Vorjahr, nahm also um 11,8 Mill. t oder rd. 28 % ab. Der Wert der gesamten Ausfuhr an fossilen Brennstoffen sank von 605 363 000 *R.M.* im Jahre 1937 auf 497 278 000 *R.M.* im abgelaufenen Jahre, während die Einfuhr von 89 559 000 *R.M.* auf 91 945 000 *R.M.* stieg. Wertmäßig ging also der Ausfuhrüberschuß von 515,8 Mill. *R.M.* auf 405,5 Mill. *R.M.* oder um rd. 21 % zurück.

Eisenerze.

Die in den Vorjahren bereits außerordentlich stark gestiegene Eisenerzeinfuhr Deutschlands hat entsprechend der höheren Roheisenerzeugung wiederum um 1 306 763 t = 6 % zugenommen (*s. Zahlentafel 3*). Den größten Anteil an der Einfuhr hatte

Zahlentafel 3. Eisenerzeinfuhr Deutschlands in den Jahren 1936 bis 1938.

	Jahr		
	1936	1937	1938
	in 1000 t		
Eisenerzeinfuhr insgesamt	18 469,3	20 620,9	21 927,5
davon aus:			
Schweden	8 248,2	9 083,8	8 992,3
Frankreich (einschl. Els.-Lothr.)	6 859,8	5 739,5	5 056,1
Spanien mit Außen-Besitzungen	1 067,7	1 381,6	1 807,1
Luxemburg	564,7	1 470,4	1 718,0
Neufundland	171,4 ¹⁾	808,0	1 121,5
Norwegen	527,3	509,7	1 118,1
Algerien	531,2	724,6	755,5
Griechenland	182,3	219,1	249,4
Tunis	47,3	13,5	131,0
Schweiz	5,4	67,2	121,0
Belgien	3,6	68,0	57,5

¹⁾ Britisch-Amerika.

wieder Schweden, von wo rd. 41 % kamen. Wesentlich höher als im Vorjahre waren die Bezüge vor allem aus Spanien, Luxemburg, Norwegen und Neufundland, während Frankreich in geringerem Maße an der Versorgung der deutschen Hüttenwerke beteiligt war.

Manganerze.

Bei Manganerzen mit mehr als 30 % Mangangehalt war eine Abnahme der Einfuhr von 554 170 t im Jahre 1937 auf 425 785 t oder rd. 23 % im Berichtsjahre festzustellen. Davon kamen u. a. aus:

	1935	1936	1937	1938
	t	t	t	t
Union von Südafrika	31 015	108 602	290 680	268 044
Rußland	228 349	32 082	61 336	60 925
Brasilien	45	10 162	26 990	47 769
Britisch-Indien	73 354	51 119	121 318	17 226
Chile	—	704	4 153	10 197
Niederländisch-Indien	6 054	5 571	5 652	8 354
Japan	2 128	2 342	2 306	2 169
Goldküste	35 679	428	6 594	318

Eisen und Eisenwaren.

Die Entwicklung der deutschen Eisenausfuhr schwankte im Verlaufe des Jahres 1938 erheblich. Während im Januar 271 608 t ausgeführt werden konnten, verzeichnete der Auslandsabsatz im April mit 205 362 t seinen niedrigsten Stand. Nach einer weiteren Schwäche in den Sommermonaten stieg die Ausfuhr dann aber wieder kräftig an und erreichte im Dezember 1938 mit 294 957 t die Jahreshöchstmenge. Den gleichen Schwankungen unterlag auch die Einfuhr; sie begann im Januar mit 148 732 t, sank im Mai auf 101 273 t und stieg im Dezember 1938 auf den Höchststand mit 298 675 t. Im Jahresdurchschnitt wurden monatlich ausgeführt 237 415 (1937: 307 375) t und eingeführt 168 891 (91 551) t.

Insgesamt betrug mengenmäßig die Einfuhr an Eisen und Eisenwaren (*s. Zahlentafel 4*) 2 026 688 t gegen 1 098 613 t im Jahre 1937, die Ausfuhr 2 848 982 t gegen 3 688 500 t im Vorjahre; die Einfuhr stieg um 928 075 t oder um nicht weniger als 84 %, während gleichzeitig die Ausfuhr um 839 518 t oder um rd. 23 % abnahm. Der Ausfuhrüberschuß ging mengenmäßig von 2 589 887 t im Jahre 1937 auf 822 294 t im Berichtsjahre oder um rd. 68 % zurück. Wertmäßig stieg die Einfuhr von 113,7 Mill. *R.M.* auf 150,7 Mill. *R.M.* oder um 32 %, während die

Zahlentafel 5. Deutschlands Absatzgebiete für Eisen und Eisenwaren im Jahre 1938 in t zu 1000 kg.

Ausfuhr nach	Roheisen	Alteisen	Halbzeug	Schienen, Schwel- len, Unterlags- platten, Kleiseisenzeug	Träger	Stabstahl	Bandstahl	Bleche				Draht: gewalzt gezogen und sonstiger	Drahtstifte	Röhren: gewalzt und gezogen	Eisenbahnachsen, Rad- eisen, Räder, Radsätze	Schmiedbarer Guß, Schmiedestücke, roh,	Konstruktionen	
								Grob-	Mittel-	Fein-	Weiß- und verzinkte							
								777a	842 843a, b, c, d	784	796a, b 796c 820a							785 A ¹
Europa																		
Belgien	759	39	158	87	150	8 123	582	124	158	264	7 176	4 525		593	83	520	106	
Luxemburg		15		269		119	17							137	48	119		
Frankreich				145	145	1 859	1 215	30	115	28		560		230		354	1 814	
Lettland	2 665		1 008	804	4 645	9 885	2 090	2 794	1 301	762	1 213	1 364		2 261	298	85	1 908	
Dänemark	12 905			12 405	16 820	73 331	8 036	39 068	11 242	4 671	7 425	3 524	134	10 942	2 651	1 516		
Danzig	252	5	223	247	803	7 992	630	17 460	371	38	824	614		875	70	272		
Finland	3 495		8 701	722	4 234	7 025	1 021	2 135	471	349	1 475	5 069	248	6 452	2 029	166		
Südslawien	205			28	115	758	181	15	121	1 286	3 279	313		1 708	135	282	1 586	
Griechenland	1 105		1 604	2 234	1 735	32 975	7 449	3 126	3 487	1 895	7 482	6 691	153	2 880	238	112	1 061	
Großbritannien		153	30 255	581	10 127	7 117	5 333	4 658	2 048			9 528	1 511	577	574	5 375	108	
Irischer Freistaat				83	207	1 100	118					156		74	297	449	107	
Italien	2 790	19	2 771	971	456	17 972	3 564	2 165	1 663	2 023	2 886	9 206		454	31	563	73	
Niederlande	1 062	1 410	322	9 469	25 691	114 660	16 779	51 164	6 524	3 436	12 037	17 362	2 329	14 569	2 826	6 106	586	
Norwegen	2 790			4 860	2 408	6 258	1 863	6 755	1 023	484	6 660	7 528		1 997	635	376		
Tschechoslowakei	1 291	3 111				1 105	762		143			876	74	1 408	305			
Ungarn	333		31		444	571	192	8	74	239		79		48	178	12		
Polen	835	15 022	50	22	30	638	493	2	2	190		185		82		76		
Portugal				2 536	104	4 271	1 372	4 100			7 207	3 656		914				
Rumänien	245		29 608	2 310	592	6 871	2 019	1 047	650	210	2 119	634		11 121	35	169	5 657	
Rußland						491	506	39	537			12 709		3 219		30		
Schweden	17 128	36		8 515	19 308	25 312	2 297	17 370	1 324	625	7 496	7 058		7 838	221	908	3 611	
Schweiz	11 574		20 151	3 907	6 466	15 891	2 317	5 849	3 433	2 681	9 731	3 249		6 679	1 664	1 693		
Spanien				13		414	295			194	9 887	140		27			93	
Türkei	930			24 244	4 594	28 254	4 527	598	3 659	6 193	865	6 322	1 148	4 541	614	278	9 976	
Afrika																		
Aegypten				1 154	299	2 170	3 474	221		230	164	267	457	1 794	513	86	2 227	
Südafrika u. Union				59 964	761	10 737	517	808	234			2 375	188	2 721	8 359	606	2 086	
Asien																		
Brit.-Indien	200	66		1 325	2 230	1 830	2 748		68	160	1 137	1 658	101	7 600	5 611	878	1 630	
China				1 755	832	5 588	1 231	5 919	598	76	131	2 179	263	2 779	5 912		2 131	
Japan					913	6 815	288	149	121	34	84	350		7 512		431		
Niederl.-Indien				808	1 116	9 077	499	1 160	951	508	192	637	1 479	18 092	391	516	971	
Amerika																		
Argentinien				1 819	2 436	40 013	4 120	2 837	2 645	3 581	4 611	8 328		17 599	224	145	4 344	
Brasilien		53		6 700	1 699	23 736	12 121	3 110	3 953	2 050	16 357	10 103	293	9 692	7 780	440	425	
Canada						2 125						510		167		17		
Columbien				296		7 836	306		122	65	295	860		5 035	110	50	120	
Chile		30		1 309	595	11 574	1 886	374	1 309	1 399	2 384	5 037	93	3 640	3 139		125	
Mexiko				169		92	486		439	2 593	901	257		3 781	524	119		
Uruguay		14		606	798	20 262	1 850	1 104	1 153	2 261	4 731	5 586		2 634		73	329	
Ver. Staaten		35		597		3 541	5 293	13	2 913			1 130	4 291	31 368	64	43		
Austral. Bund.					926		554					181		240				
Vorstehend nicht ausgewiesen	1 332	289	1 296	34 335	14 343	46 424	11 089	4 967	4 126	4 193	13 143	11 619	5 813	87 403	4 961	2 783	9 479	
Gesamtausfuhr	61 896	20 297	96 178	185 289	126 022	562 687	112 245	179 169	56 978	42 718	131 892	152 425	18 649	281 906	50 367	25 504	50 533	

Zahlentafel 6. Deutschlands Einfuhr an Eisen und Eisenwaren im Jahre 1938 in t zu 1000 kg.

Einfuhr aus	Roheisen	Alteisen	Halbzeug	Schienen, Schwel- len, Unterlags- platten, Kleiseisenzeug	Träger	Stabstahl	Bandstahl	Bleche				Draht: gewalzt gezogen und sonstiger	Drahtstifte	Röhren: gewalzt und gezogen	Eisenbahnachsen, Rad- eisen, Räder, Radsätze	Schmiedbarer Guß, Schmiedestücke, roh,	Konstruktionen
								Grob-	Mittel-	Fein-	Weiß- und ver- zinkte						
								777a	842 843a, b c, d	784	796a, b 796c 820a						
Europa insgesamt	403 518	641 930	82 704	21 974	65 579	173 307	30 436	2039	2730	21 675	5020	12 469		2789	66	1863	24
davon aus:																	
Belgien	86 874	244 842		268	3 215	8 964	828	66	107	10 906	1188	3 000				37	2
Luxemburg	13 291	58 219	56 611	5 217	54 121	150 546	25 007										
Frankreich	170 890	82 560	20														
Großbritannien	23 092	117 818	25	11	31	268	23		21	20	3211	259		65			
Niederlande	23 525	93 680	169	170	13	69						2					
Norwegen	2 527	6 564	389			21											
Tschechoslowakei	6 463	486	21 371	39	191	4 681	555	535	1256	4 847	621	1 316		14	66	395	2
Polen		9	203	16 261	7 981	4 971	24	1434	1267	5 870				2			
Schweden	16 956	8 058	3 908		27	3 720	3 986	4	78	32		7 864		2672		91	
Schweiz		6 483		8		33	12		1			28		35		893	5
sonstigen Ländern	59 900	23 211	8			34											15
Afrika		3 474															
Asien	34 992																
Amerika	6 400	500 623		78			2	153	64	76			4	17			
Austral. Bund.																	
Gesamteinfuhr	444 910	1146 027	82 704	22 052	65 579	173 307	30 438	2192	2794	21 751	5020	12 473		2806	66	1863	24

Zahlentafel 7. Menge und Wert des deutschen Außenhandels im Jahre 1938 im Vergleich zum Jahre 1937.

		Menge in 1000 t				Wert in Mill. \mathcal{M}			
		1938		1937		1938		1937	
		Zu-(+) oder Abnahme(-) in 1000 t		in %		Zu-(+) oder Abnahme(-) in Mill. \mathcal{M}		in %	
Einfuhr:	Fossile Brennstoffe	7 012,0	7 209,0	- 197,0	- 2,7	91,9	89,6	+ 2,3	+ 2,8
	Erze, Schlacken, Aschen	26 780,1	26 243,3	+ 536,8	+ 2,0	490,3	420,4	+ 69,9	+ 16,6
	Eisen und Eisenlegierungen	2 026,7	1 098,6	+ 928,1	+ 84,5	150,7	113,7	+ 37,0	+ 32,5
	Maschinen	9,7	8,4	+ 1,3	+ 15,5	24,2	18,4	+ 5,8	+ 31,5
Ausfuhr:	Fossile Brennstoffe	37 585,5	49 637,5	- 12 052,0	- 24,3	497,3	605,4	- 108,1	- 17,9
	Erze, Schlacken, Aschen	289,4	381,2	- 91,8	- 24,1	6,6	6,6		
	Eisen und Eisenlegierungen	2 849,0	3 688,5	- 839,5	- 22,8	974,9	1098,7	- 123,8	- 11,3
	Maschinen	424,5	425,6	- 1,1	- 0,3	712,4	691,0	+ 21,4	+ 3,1

Zahlentafel 4. Der Außenhandel Deutschlands in Erzeugnissen der Bergwerks- und Eisenhüttenindustrie.

Die in Klammern stehenden Zahlen geben die Positions-Nummern der „Monatlichen Nachweise über den auswärtigen Handel Deutschlands“ an.	Einfuhr			Ausfuhr		
	Dezember 1938 t	Jan. bis Dez. 1938 t	Jan. bis Dez. 1937 t	Dezember 1938 t	Jan. bis Dez. 1938 t	Jan. bis Dez. 1937 t
Steinkohlen, Anthrazit, unbearbeitete Kennelkohle (238 a)	412 117	4 969 989	4 583 423	1 864 341	29 639 149	38 628 925
Koks (238 d)	54 455	591 322	549 817	462 190	5 294 937	8 792 869
Steinkohlenpreßkohlen (238 e)	12 139	108 803	113 197	69 239	1 129 604	1 029 769
Braunkohlenpreßkohlen (238 f)	1 516	60 871	117 133	70 367	999 396	1 146 403
Eisenerze (237 e)	1 715 322	21 927 539	20 620 876	30	5 386	10 140
Manganerze (237 h)	9 824	425 785	554 170	159	770	801
Schwefelkies (Eisenkies, Pyrit), Markasit und andere Schwefelerze (237 l)	190 234	1 430 907	1 464 440	500	25 110	38 984
Eisen- oder manganhaltige Gasreinigungsmasse; Schlacken, Kiesabbrände (237 r)	100 916	1 685 293	2 517 794	8 062	192 673	268 245
Bruchisen, Alteisen, Eisenfeilspäne, Stabstahl-Enden (842/43) ¹⁾	123 900	1 146 027	557 634	3 632	20 297	5 347
Roheisen (777 a) ¹⁾	113 009	444 910	154 500	7 410	61 896	98 936
Ferrosilizium mit einem Siliziumgehalt von 25% oder weniger; Ferro-mangan mit einem Mangangehalt von 50% oder weniger; Ferrochrom, -wolfram, -titan, -molybdän, -vanadin mit einem Gehalt an Legierungsmetall von weniger als 20%; Ferroaluminium, -nickel und andere nicht schmelzbare Eisenlegierungen, vorherrschend Eisen enthaltend (777 b) ¹⁾	74	2 244	5 052	52	594	1 853
Ferrosilizium mit einem Siliziumgehalt von mehr als 25%; Silizium; Kalziumsilizium (317 O)	1 040	18 195	15 313	20	52	50
Ferromangan mit einem Mangangehalt von mehr als 50% (869 B 1)	20	193	324	645	4 652	12 841
Ferrochrom, -wolfram, -titan, -molybdän, -vanadin mit einem Gehalt an Legierungsmetall von 20% oder darüber (869 B 2)	316	6 636	5 062	54	830	1 708
Halbzeug (784)	22 410	82 704	66 749	9 888	96 177	111 007
Eisen- und Straßenbahnschienen (796 a)				7 458	99 828	140 971
Eisenbahnschwellen (796 b)	3 418	22 052	9 341	6 510	66 675	45 924
Eisenbahnlaschen, -unterlagsplatten (796 c)				202	7 826	14 378
Eisenbahn-Oberbaubefestigungsteile (820 a)				982	10 961	13 932
Träger mit einer Steghöhe von 80 mm und darüber (785 A 1)	6 872	65 579	96 474	13 221	126 022	162 018
Stabstahl; anderer Formstahl, röhrenförmiger Stabstahl (785 A 2)	13 281	173 307	138 690	62 766	562 687	773 247
Bandstahl (785 B)	2 672	30 433	20 000	10 915	112 245	171 317
Grobbleche 4,76 mm und mehr (786 a)	707	2 192	2 046	17 476	179 169	190 469
Bleche, 1 mm bis unter 4,76 mm (786 b)	739	2 794	1 692	6 352	56 978	87 267
Bleche, bis 1 mm einschließlic (786 c)	2 485	21 751	14 323	4 347	42 718	63 782
Bleche, verzinkt (Weißblech) (788 a)	163	3 514	2 629	12 556	119 423	136 915
Bleche, verzinkt (788 b)	145	1 506	1 730	1 247	12 469	19 452
Bleche, abgeschliffen und mit anderen unedlen Metallen überzogen (787, 788c)	158	883	1 234	138	540	483
Well-, Riffel- und Warzenbleche (789 a, b)	20	88	411	1 629	10 727	12 586
Bleche, gepreßt, gebuckelt, geflanscht usw. (790)	12	200	21	182	2 827	3 725
Draht, warm gewalzt oder geschmiedet, roh (791)	1 536	7 515	6 304	6 473	42 526	59 431
Schlängerröhren, Röhrenformstücke, gewalzt oder gezogen (793)	4	26	34	343	3 264	4 005
Andere Röhren, gewalzt oder gezogen, roh (794)	18	2 384	2 993	8 583	71 630	111 701
Andere Röhren, gewalzt oder gezogen, bearbeitet (795)	5	395	269	20 554	207 012	326 314
Eisenbahnnachsen, -radeisen, -räder, -radsätze (797)	66	66	186	3 580	50 367	50 810
Guß- und Schmiedestücke (798 a bis e)	293	2 420	3 439	2 302	25 504	65 877
Walzwerkserzeugnisse zusammen (784 bis 791, 793 bis 798 e, 820 a)	55 004	419 814	368 565	197 704	1 907 575	2 565 611
Draht, kalt gewalzt oder gezogen, nicht weiterbearbeitet (792 a)	281	3 809	1 749	7 356	58 866	79 557
Draht, kalt gewalzt oder gezogen, weiterbearbeitet (792 b)	74	1 150	2 624	6 199	51 033	100 748
Stacheldraht (825 b)	—	8	5	3 931	27 154	48 521
Drahtstifte (826 a)	—	—	—	2 994	18 649	25 257
Brücken, -bestandteile und Eisenbauteile (800 a/b)	2	24	237	1 914	50 533	30 653
Andere Eisenwaren (799, 801 a bis 819, 820 b bis 825 a, 825 c bis g, 826 b bis 841c)	820	6 673	6 632	47 487	467 455	546 967
Weiterbearbeitete Erzeugnisse zusammen (792 a, b, 799 a bis 819, 820 b bis 841c)	1 177	11 664	11 247	69 881	673 690	831 703
Eisengießereierzeugnisse (778 a bis 783 h)	511	2 029	1 615	16 278	184 930	185 050
Eisen und Eisenwaren insgesamt, Abschnitt 17 A (777 a bis 843 d)	298 675	2 026 688	1 098 613	294 957	2 848 982	3 688 500
Maschinen (Abschnitt 18 A)	1 095	9 674	8 402	41 606	424 495	425 587
Elektrotechnische Erzeugnisse (Abschnitt 18 B)	423	3 866	3 274	11 366	116 966	116 637
Fahrzeuge (Abschnitt 18 C)	1 376	27 384	34 878	13 037	169 674	158 935

¹⁾ In Eisen und Eisenwaren (Abschnitt 17 A) enthalten.

Ausfuhr von 1098,7 Mill. *R.M.* auf 974,9 Mill. *R.M.* oder um 11 % sank. Dementsprechend nahm der Ausfuhrüberschuß von 985 Mill. *R.M.* auf 824 Mill. *R.M.* oder um 16 % ab.

Dem starken mengenmäßigen Rückgang der deutschen Eisenausfuhr stand also eine weit geringere wertmäßige Abnahme gegenüber. Zum Teil ist dies auf eine sortenmäßige Verlagerung unter Zurücktreten niedrigwertiger Eisenwaren, überwiegend jedoch auf den höheren Preisstand am Welteisenmarkt zurückzuführen. So belief sich der durchschnittliche Tonnen-erlös im Jahre 1938 auf 342 *R.M.* gegen nur 298 *R.M.* im Jahre zuvor. Für die Tonne eingeführter Eisenwaren mußten im abgelaufenen Jahre rd. 74 *R.M.* gegen 103 *R.M.* in 1937 angelegt werden.

Am Wert der deutschen Gesamtausfuhr (reiner Warenverkehr ohne Oesterreich) war die deutsche Eisenausfuhr im Jahre 1938 mit 18,5 % beteiligt; sie hielt sich also fast auf der Höhe des Vorjahres (19 %).

Bei den Walzwerkserzeugnissen allein hob sich die Einfuhr von 368 565 t in 1937 auf 419 814 t im Berichtsjahre, während gleichzeitig die Ausfuhr von 2 565 611 t auf 1 907 575 t sank. Der vorjährige Ausfuhrüberschuß von 2 197 046 t verringerte sich dadurch auf 1 487 761 t. Trotzdem hat sich die deutsche Walzzeugausfuhr im Vergleich zu der Ausfuhr anderer Länder einigermaßen gut gehalten. Ihr Anteil an der Weltausfuhr ist von rd. 18,4 % im Jahre 1937 auf rd. 20 % im Jahre 1938 gestiegen. Allerdings hatte der Anteil im Jahre 1936 noch 22,5 % betragen. Der Rückgang gegenüber 1936 ist auf das Vordringen des ameri-

kanischen Wettbewerbs zurückzuführen, der im Jahre 1936 nur mit 9,7 %, im Jahre 1937 dagegen mit 17,9 % und im Jahre 1938 mit 16,6 % an der Weltausfuhr beteiligt war.

Die Einfuhr von Roheisen stellte sich für das Jahr 1938 auf 444 910 t, die Ausfuhr auf 61 896 t und der Einfuhrüberschuß demgemäß auf 383 014 t; er stieg gegenüber dem Vorjahre (55 564 t) um nicht weniger als 327 450 t. An Alteisen wurde mit 1 146 027 t mehr als die doppelte Menge gegenüber dem Vorjahre (557 634 t) eingeführt; Haupteinfuhrländer waren Amerika, Großbritannien und Belgien. Stark rückläufig war die Ausfuhr an Schienen, Stab- und Formstahl, Bandstahl, Draht und vor allem an Röhren, während sich die Blechausfuhr einigermaßen gehalten hat.

Ueber die deutschen Absatzgebiete und Bezugsländer, getrennt nach den einzelnen Eisensorten, unterrichten die *Zahlentafeln 5 und 6*. Der überwiegend größte Teil der deutschen Eisenausfuhr blieb in europäischen Ländern, unter denen wieder die nordischen Staaten — vor allem Dänemark — ferner die Niederlande, Großbritannien, Italien und die Balkanstaaten als Hauptbezugsgebiete auftraten. Das Geschäft nach dem Fernen Osten hat durch die dortigen Wirren stark an Bedeutung eingebüßt. An der Eiseneinfuhr nach Deutschland waren in der Hauptsache wieder Luxemburg, Belgien, Frankreich, Schweden und Polen beteiligt.

In *Zahlentafel 7* sind abschließend nochmals die Mengen und Werte des deutschen Außenhandels in den Jahren 1937 und 1938 dargestellt.

Die Kohlegewinnung des Deutschen Reiches (einschließlich Ostmark) im Januar 1939. — (Bericht der Wirtschaftsgruppe Bergbau.)

Unter dem Einfluß der besseren Wagengestellung hob sich die Förderung gegenüber dem Vormonat sowohl im Steinkohlen- als auch im Braunkohlenbergbau. Die arbeits-tägliche Förderleistung im Monat Januar des Vorjahres wurde allerdings nicht erreicht.

Die Kohlenverladungen konnten im Januar überall nicht unerheblich gesteigert werden. Der Mehrversand des Rheinisch-Westfälischen Kohlen-Syndikats aus den drei westdeutschen Revieren hat gegenüber dem Dezember mehr als 1,4 Mill. t betragen. Angesichts der seit September entstandenen erheblichen Lieferausfälle haben diese Mehrmengen jedoch noch nicht zu neuen Bestandsansammlungen führen können, zumal da auch die in der Ausfuhr entstandenen großen Rückstände stärker aufgeholt werden mußten. Arbeitstäglich belief sich der Absatz für Rechnung des Syndikats (Ruhr, Aachen und Saar) nach den vorläufigen Ergebnissen im Januar auf 335 000 t gegen 279 000 t im Dezember 1938. Der arbeits-tägliche Absatz von den Ruhrzechen betrug 290 000 t (237 000 t im Dezember); davon entfielen 171 000 t (143 000 t) auf das unbestrittene, 119 000 t (94 000 t) auf das bestrittene Gebiet.

Die ostmärkischen Gruben setzten ihre Förderung an Stein- und Braunkohlen voll ab. Der sonst zu Ende Januar meist immer fühlbare Rückgang machte sich zur Zeit noch nicht bemerkbar. In der Steiermark konnte die Braunkohlenförderung insbesondere bei den Gruben der Oesterreichisch-Alpinen Montangesellschaft gegenüber dem Vormonat wesentlich erhöht werden.

Der deutsche Eisenerzbergbau (einschl. Ostmark) im Januar 1939¹⁾.

a) Eisenerzgewinnung nach Bezirken:

	Januar 1939	
	Gewinnung an verwertbarem (absatzfähigem) Erz t	Belegschaft (Beamte, Angestellte, Arbeiter)
1. Bezirksgruppe Mittelddeutschland:		
Thür.-Sächs. Gebiet (zum Teil)	7 085	250
Harzgebiet	38 868	1 144
Subherzynisches Gebiet (Feine, Salzgitter)	265 084	6 441
Wesergebirge und Osnabrücker Gebiet	52 115	1 246
Sonstige Gebiete	3 441	556
Zusammen 1:	366 593	9 637
2. Bezirksgruppe Siegen:		
Baseneisenerzgebiet und Ruhrgebiet	18 236	458
Siegerländer-Wieder Spateisensteingebiet	138 996	5 839
Waldeck-Sauerländer Gebiet	1 998	215
Zusammen 2:	159 230	6 512
3. Bezirksgruppe Wetzlar:		
Lahn- und Dillgebiet	79 238	3 801
Taunus-Hunsrück-Gebiet einschließlich der Lindener Mark	19 081	726
Vogelsberger Basalteisenerzgebiet	9 564	440
Zusammen 3:	107 883	4 967
4. Bezirksgruppe Süddeutschland:		
Thür.-Sächs. Gebiet (zum Teil)	36 484	535
Süddeutschland	289 739	5 994
Zusammen 4:	326 223	6 529
5. Ostmark:	243 030	5 437
Zusammen 1 bis 5:	1 202 959	33 082

b) Eisenerzgewinnung nach Sorten:

	Januar 1939 t
Brauneisenstein bis 30 % Mn	15 986
über 12 % Mn	627 609
bis 12 % Mn	394 737
Spateisenstein	38 484
Roteisenstein	27 803
Kalkiger Flußeisenstein	98 340
Sonstiges Eisenerz	—
Insgesamt	1 202 959

¹⁾ Nach den Ermittlungen der Fachgruppe Eisenerzbergbau der Wirtschaftsgruppe Bergbau, Berlin.

Monat und Jahr	Steinkohlen	Braun-kohlen	Koks aus Steinkohlen	Koks aus Braun-kohlen	Preßkohlen aus Stein-kohlen	Preßkohlen aus Braun-kohlen (auch Naß-preßsteine)
	t	t	t	t	t	t
Januar 1939 (26 Arbeitstage) .	16 289 205	18 748 095	3 921 291	294 620	668 905	4 053 097
Dezember 1938 (26 Arbeitstage) .	15 733 906	18 101 194	3 813 849	278 274	591 323	3 713 234
Januar 1938 (25 Arbeitstage) .	15 957 977	16 745 782	3 614 339	270 205	608 600	3 563 551

Die Kohlegewinnung des Deutschen Reiches im Januar 1939 nach Bezirken.

	Steinkohlenbergbau						
	Steinkohlenförderung		Kokserzeugung		Preßkohlen aus Steinkohlen		Beleg-schaft
	insgesamt t	arbeits-täglich t	insgesamt t	kalender-täglich t	insgesamt t	arbeits-täglich t	
Ruhrbezirk	11 018 295	423 781	3 070 958	99 063	450 234	17 317	311 657
Aachen	650 710	25 027	125 006	4 032	40 586	1 561	25 728
Saar und Pfalz	1 259 729	48 451	1)280 828	1)9 058	—	—	45 378
Oberschlesien	2 406 672	82 564	176 977	5 709	32 055	1 233	55 367
Niederschlesien	455 837	17 513	114 893	3 706	6 836	263	20 940
Land Sachsen	306 074	11 772	20 915	675	12 619	485	14 651
Niedersachsen	164 651	6 484	2)131 714	2)4 254	40 717	1 652	7 395
Ostmark	19 155	743	—	—	107	9	1 220
Uebrigcs Deutschland	8 582	330	—	—	85 751	3 298	—
Insgesamt	16 289 205	626 665	3 921 291	126 497	668 905	25 818	

	Braunkohlenbergbau					
	Braunkohlen-förderung		Preßkohlen aus Braunkohlen		Koks aus Braunkohlen	
	insgesamt t	arbeits-täglich t	insgesamt t	arbeits-täglich t	insgesamt t	kalender-täglich t
Mittelddeutschland						
ostelbisch	4 946 125	190 236	1 227 098	47 196	430	14
westelbisch	8 018 741	308 413	1 767 887	67 996	294 147	9488
Rheinland	5 154 832	198 263	1 042 507	40 096	—	—
Bayern (einschl. Pechkohle)	290 251	11 164	15 605	600	—	—
Ostmark	330 450	11 848	—	—	43	1
Uebrigcs Deutschland	7 696	296	—	—	—	—
Insgesamt	18 748 095	720 220	4 053 097	155 888	294 620	9503

¹⁾ Einschließlich Hüttenkokereien. — ²⁾ Einschließlich Hüttenkokereien und selbständiger Kokereien.

Herstellung an Fertigerzeugnissen aus Fluß- und Schweißstahl in Großbritannien im Dezember und im ganzen Jahre 1938¹⁾.

	Okt. 1938 ²⁾	Nov. 1938 ²⁾	Dez. 1938	Ganzes Jahr 1938
	1000 t zu 1000 kg			
Flußstahl:				
Schmiedestücke	28,0	25,1	23,3	341,5
Grobbleche 4,76 mm und darüber	78,5	83,4	62,0	1275,0
Mittellbleche von 3,2 bis unter 4,76 mm	17,6	7,8	5,5	116,5
Bleche unter 3,2 mm	55,4	56,2	47,9	580,5
Weiß-, Matr- und Schwarzbleche	60,9	58,2	39,6	622,3
Verzinkte Bleche	35,8	28,4	19,9	253,6
Schienen von rd. 20 kg/m und darüber	24,2	28,4	34,6	435,5
Schienen unter rd. 20 kg/m	3,9	3,1	2,6	40,8
Rillenschienen für Straßenbahnen	1,2	0,7	0,4	22,2
Schwellen und Laschen	1,7	2,1	1,4	36,2
Formstahl, Träger, Stabstahl usw.	213,0	202,8	159,5	2795,9
Walzdraht	47,0	45,4	29,9	461,4
Bandstahl und Röhrenstreifen, warm-gewalzt	56,5	39,2	35,4	479,6
Blankgewalzte Stahlstreifen	7,2	7,7	6,2	79,5
Federstahl	6,1	5,8	4,6	75,2
Zusammen	637,0	594,3	472,8	7615,7
Schweißstahl:				
Stabstahl, Formstahl usw.	9,6	8,1	5,4	112,0
Bandstahl und Streifen für Röhren usw.	3,1	3,9	1,8	29,6

¹⁾ Nach den Ermittlungen der British Iron and Steel Federation. — ²⁾ Teilweise berichtigte Zahlen.

Die Roheisen- und Stahlerzeugung der Vereinigten Staaten von Nordamerika im Januar 1939.

Die Roheisenerzeugung der Vereinigten Staaten belief sich im Januar auf 2 218 837 t, nahm also gegenüber dem Dezember 1938 (2 248 121 t) um 1,3 % ab. Die arbeitstägliche Gewinnung belief sich auf 74 575 (Dezember 72 520) t. Gemessen an der Leistungsfähigkeit der amerikanischen Hochofenwerke stellte sich die tatsächliche Roheisenerzeugung auf 50,8 (51,4) %. Die Zahl der in Betrieb befindlichen Hochofen nahm von 115 zu Ende Dezember 1938 auf 118 am Ende des Berichtmonats zu.

An Stahlblöcken wurden im Januar 3 237 823 (Dezember 3 193 460) t hergestellt. Die Erzeugung betrug damit im Januar 52,69 (Dezember 53) % der geschätzten Leistungsfähigkeit der Stahlwerke.

Wirtschaftliche Rundschau.

Der deutsche Eisenmarkt im Februar 1939.

I. RHEINLAND-WESTFALEN. — Nennenswerte Aenderungen der wirtschaftlichen Gesamtlage sind in der Berichtszeit nicht zu verzeichnen gewesen. In den Industriezweigen, die als Hauptträger der Konjunktur anzusehen sind, hat die Stetigkeit der Beschäftigungslage angehalten. Die vom Institut für Konjunkturforschung errechnete Wochenmeßzahl über den Geschäftsgang weist seit der Jahreswende wieder ein anhaltendes Steigen auf. In der ersten Februarwoche wurde diese auf der Grundlage 1936 = 100 aufgestellte Meßzahl mit 128,1 notiert gegen 119,2 in der ersten Januarwoche und 118,4 in der ersten Februarwoche 1938.

Diesem günstigen Stand der Wirtschaftstätigkeit entspricht auch die

Entwicklung auf dem Arbeitsmarkt.

Die Zahl der beschäftigten Arbeiter und Angestellten betrug im Altreich, wie der Reichsarbeitsminister berichtet, Ende Januar 19,5 Millionen, das sind rund acht Millionen mehr als zur Zeit der Machtübernahme im Januar 1933. Im Vergleich zum Januar des vergangenen Jahres hat die Zahl der Beschäftigten um 1,4 Millionen zugenommen. Von den Arbeitskräften, die im vergangenen Jahre neu in die Beschäftigung eingetreten sind, war rund die Hälfte vorher als Arbeitslose bei den Arbeitsämtern gemeldet. Die übrigen 700 000 sind zum größten Teil aus den Kreisen gekommen, die bis dahin keine Beschäftigung als Arbeiter oder Angestellte ausgeübt hatten. Es ist also gelungen, eine große Zahl neuer Arbeitskräfte zu gewinnen.

Unter dem Zuwachs von 1,4 Millionen Beschäftigten befinden sich 505 000 Frauen. Auf 100 beschäftigte Männer kamen im Durchschnitt der letzten Jahre 46 Frauen. Bei dem Zuwachs des Jahres 1938 an Arbeitskräften sind es dagegen 56 Frauen, also 10 mehr. Bei dem herrschenden Facharbeitermangel kam also die Frauenarbeit verstärkt zum Einsatz.

Im Januar 1939 hat die Zahl der Beschäftigten im Gegensatz zu dem zum Teil beträchtlichen jahreszeitlichen Abnahmen früherer Jahre um 247 000 zugenommen. Hinter dem November des vergangenen Jahres bleibt die Zahl der Beschäftigten Ende Januar 1939 noch um 722 000 zurück, von denen aber nur rund ein Fünftel als erwerbslos angesehen werden können, nämlich die 150 000, die als Arbeitslose bei den Arbeitsämtern des Altreiches zu dem Novemberstand hinzugekommen sind. Infolge der verhältnismäßig milden Witterung konnten im Januar rd. 154 000 Arbeitslose, hauptsächlich aus den Außenberufen, ihre Arbeit wieder aufnehmen, so daß Ende Januar nur noch rd. 302 000 Arbeitslose vorhanden waren gegen 1 052 000 Ende Januar 1938. In Jahresfrist hat also die Zahl der Arbeitslosen um rd. 750 000 abgenommen. Da die Beschäftigtenzahl in der gleichen Zeit um etwa 1,4 Millionen gestiegen ist, sind rd. 650 000 neue Arbeitskräfte zum großen Teil aus den Kreisen gewonnen worden, die vorher keine abhängige Beschäftigung innehatten.

Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang, daß die englische Arbeitslosigkeit im Januar wieder zum ersten Male seit drei Jahren durch eine Zunahme von 207 000 Arbeitslosen die Zweimillionengrenze überschritten hat. Diese Tatsache ist besonders deshalb bemerkenswert, weil auch in solchen Industriezweigen, die nicht durch jahreszeitliche Einflüsse behindert oder die für die Aufrüstung beschäftigt sind, die Arbeitslosigkeit zugenommen hat.

Ueber den Stand der Arbeitslosigkeit in Deutschland (ohne Oesterreich und Sudetenland) unterrichtet im übrigen nachfolgende Uebersicht:

	Arbeit-suchende	Unterstützte der Reichsanstalt
Ende Januar 1935	3 410 103	1 621 461
Ende Januar 1936	2 880 373	1 536 518
Ende Januar 1937	2 052 483	1 159 776
Ende Januar 1938	1 223 065	737 589
Ende Dezember 1938	576 812	197 774

Wie günstig sich im übrigen die

Wirtschaftliche Lage in den letzten Jahren

entwickelt hat, geht aus dem jüngsten Wochenbericht des Instituts für Konjunkturforschung mit aller Klarheit hervor. Als im Herbst 1936 der Vierjahresplan verkündet wurde, war die industrielle Erzeugung praktisch schon über den Vorkrisenstand hinausgewachsen. Zwar begannen im Herbst 1936 Stimmen laut zu werden, die die Durchführbarkeit dieser Aufgaben bezweifelten, ja, die — aus einem falsch verstandenen Begriff der „Vollbeschäftigung“ heraus — die Meinung vertraten, eine entscheidende weitere Steigerung der Erzeugung über den im Herbst 1936 erreichten Stand hinaus sei nicht möglich. Die ersten beiden Jahre seit Ver-

kündung des Vierjahresplanes haben aber das Gegenteil bewiesen. Die industrielle Erzeugungsmesszahl (1928 = 100, ohne Nahrungs- und Genußmittel, jahreszeitliche Schwankungen ausgeschaltet) ist von 110 im September 1936 auf rd. 133 im Dezember 1938 gestiegen (Angaben für das Altreich). Das bedeutet eine Zunahme um 21,5% oder, in Preisen des Jahres 1928 berechnet, eine Steigerung des monatsdurchschnittlichen Erzeugungswertes von 5,85 Milliarden *R.M.* brutto auf über 7,10 Milliarden *R.M.*

In einer Reihe von Uebersichten zeigt das Institut für Konjunkturforschung, wie sich der Erzeugungsanstieg im Altreich auf breiter Front durchgesetzt hat. Dabei hält entsprechend dem Grad der volkswirtschaftlichen Dringlichkeit die Anlagegütererzeugung bei weitem die Spitze. Im Durchschnitt des Jahres 1938 war sie um über zwei Fünftel größer als 1928.

Die prozentuale Zunahme der Erzeugung hat sich zwar abgeschwächt, der mengenmäßige Erzeugungszuwachs — in Preisen des Jahres 1928 berechnet — ist aber von 1937 auf 1938 trotzdem nochmals gesteigert worden. Von je 100 *R.M.* Nettoerzeugungswert, den die Industrie erzeugte, entfielen 1928 rd. 47 *R.M.* auf Anlagegüter; 1938 waren es fast 52 *R.M.* Im Rahmen des Vierjahresplanes kommt neben den Anlagegütern auch einer ganzen Reihe von „sonstigen Erzeugungsgütern“ eine wichtige Rolle zu.

Schließlich sind auch auf dem Gebiet der Verbrauchsgütererzeugung wichtige Erfolge erzielt worden. Es ist klar, daß trotz grundsätzlich unverändert festen Preisen und Löhnen die Nachfrage nach Verbrauchsgütern steigen muß, weil die Beschäftigung und damit das Einkommen zunimmt. Trotz dem Vorrang der Anlageaufgaben muß daher auch das Angebot an Verbrauchsgütern erhöht werden. Eine solche Erhöhung ist während der letzten beiden Jahre — trotz allen entgegenstehenden Schwierigkeiten — erreicht worden. So ist die Herstellung an Verbrauchsgütern des elastischen Bedarfs von 1936 bis 1937 um 6,2%, von 1937 bis 1938 sogar um 7,5% gestiegen. Die Zunahme von 1937 auf 1938 (Preise des Jahres 1928, Nettowerte) war mit 630 Mill. *R.M.* um 130 Mill. *R.M.* größer als im Vorjahr. Dabei hat sich die Verlagerung von den lebenswichtigsten zu den Verbrauchsgütern des verfeinerten Bedarfs, wie sie immer in Zeiten steigender Einkommen zu beobachten ist, weiter fortgesetzt.

Der deutsche Außenhandel

im alten Reichsgebiet war im Januar 1939 dadurch gekennzeichnet, daß die Umsätze sowohl bei der Einfuhr als auch bei der Ausfuhr einen starken Rückgang aufwiesen. Da aber der Einfuhrückgang größer war als der Ausfuhrückgang, ergab sich zum ersten Male seit Juli 1938 wieder ein, allerdings nur geringer, Ausfuhrüberschuß, wie folgende Uebersicht zeigt:

	Des alten Reichsgebietes		
	Gesamt-Waren-einfuhr	Gesamt-Waren-ausfuhr	Gesamt-Waren-ausfuhr-Überschuß
	(alles in Mill. <i>R.M.</i>)		
Monatsdurchschnitt 1935	346,6	355,8	+ 9,2
Monatsdurchschnitt 1936	351,5	397,3	+ 45,8
Monatsdurchschnitt 1937	455,7	492,6	+ 36,9
Monatsdurchschnitt 1938 ¹⁾	454,1	438,1	— 16,0
Dezember 1938 ¹⁾	485,8	479,2	— 6,6
Januar 1939 ¹⁾	409,8	418,6	+ 8,8

¹⁾ Seit Januar 1938 ohne den Warenhandel mit Oesterreich.

Die Verringerung der Außenhandelsumsätze im Januar ist nach der bedeutenden Steigerung im letzten Monat des vergangenen Jahres nicht verwunderlich, zumal da die Verminderung, insbesondere bei der Ausfuhr, als jahreszeitliche Erscheinung zu betrachten ist.

Die Einfuhr hat sich gegenüber Dezember 1938 um 15,6% ermäßigt. Die Abnahme beruht ausschließlich auf einer Verminderung der Einfuhrmenge. Der Durchschnittswert hat sich kaum verändert. Von dem Rückgang wurden alle Warengruppen betroffen. Am stärksten hat die Einfuhr im Bereich der Ernährungswirtschaft abgenommen (— 50 Mill. *R.M.*). Im Bereich der gewerblichen Wirtschaft ging sie dagegen mit 26 Mill. *R.M.* erheblich weniger zurück. Bei Rohstoffen, deren Einfuhr im Dezember gestiegen war, wurde das Vormonatsergebnis um 7,6%, der Menge nach sogar nur um rd. 5% unterschritten. Bei Halbwaren betrug die Abnahme rd. 11% und bei Fertigwaren rd. 12%. Gebietlich betrachtet entfällt die Abnahme der Einfuhr vor allem auf Europa. Insgesamt waren die Bezüge aus den europäischen Ländern um 51,4 Mill. *R.M.* geringer als im Vormonat. Im Verkehr mit Uebersee betrug die Verminderung der Einfuhr demgegenüber nur 25,7 Mill. *R.M.* Abgenommen haben lediglich die Lieferungen Nord-, Süd- und Mittelamerikas

Die Preisentwicklung im Monat Februar 1939.

	Februar 1939		Februar 1939		Februar 1939
Kohlen und Koks:	<i>R.M. je t</i>		<i>R.M. je t</i>		<i>R.M. je t</i>
Fettförderkohlen	14,—	Siegerländer Stahleisen, Fracht-		S. 131) gewährten Sonder-	
Gasflamförderkohlen	14,50	grundlage Siegen	66,—	vergütungen je t von 3 <i>R.M.</i>	
Kokskohlen	15,—	Siegerländer Zusatzseisen,		bei Halbzeug, 6 <i>R.M.</i> bei	
Hochofenkoks	19,—	Frachtgrundlage Siegen:		Bandstahl und 5 <i>R.M.</i> für die	
Gießereikoks	20,—	weiß	76,—	übrigen Erzeugnisse bereits	
		melirt	78,—	abgezogen.	
Erz:		grau	80,—		
Rohspat (tel quel)	13,60	Kalt erblasenes Zusatzseisen der		Robblöcke ²⁾	83,40
Gerösteter Spateisenstein	16,—	kleinen Siegerländer Hütten,		Vorgew. Blöcke ²⁾ } Frachtgrund-	90,15
Roteisenstein (Grundlage 46 %		ab Werk:		Knüppel ²⁾ } Dortmund,	96,45
Fe im Feuchten, 20 % SiO ₂ ,		weiß	82,—	Platinen ²⁾ } Neunkirchen	100,95
Skala ± 0,28 <i>R.M.</i> je % Fe,		melirt	84,—	Stabstahl } od. Neun-	110/104 ³⁾
± 0,14 <i>R.M.</i> je % SiO ₂ ab		grau	86,—	Formstahl } kirchen-	107,50/101,50 ³⁾
Grube	10,90 ¹⁾	Spiegeleisen, Frachtgrundlage		Bandstahl ²⁾ } Oberhausen	127/123 ⁴⁾
Flüßeisenstein (Grundlage 34 %		Siegen:		Universal-	
Fe im Feuchten, 12 % SiO ₂ ,		6—8 % Mn	78,—	stahl ⁵⁾	115,60
Skala ± 0,33 <i>R.M.</i> je % Fe,		8—10 % Mn	83,—	Kesselbleche S.-M.,	
± 0,16 <i>R.M.</i> je % SiO ₂ ab		10—12 % Mn	87,—	4,76 mm u. darüber:	
Grube	9,60 ¹⁾	Gießereirohisen IV B, Fracht-		Grundpreis	129,10
Oberhessischer (Vogelsberger)		grundlage Apach	55,—	Kesselbleche nach d.	
Brauneisenstein (Grundlage		Temperrohisen, grau, großes		Bedingungen des	
45 % Metall im Feuchten,		Format, ab Werk	75,50	Landdampfkessel-	
10 % SiO ₂ , Skala ± 0,29 <i>R.M.</i>		Ferrosilizium (der niedrigere		Gesetzes von 1908,	
je % Metall, ± 0,15 <i>R.M.</i> je		Preis gilt frei Verbrauchs-		34 bis 41 kg Festig-	
% SiO ₂) ab Grube	10,40 ¹⁾	station für volle 15-t-Wagen-		keit, 25 % Dehnung	
Schrott, Höchstpreise gemäß		ladungen, der höhere Preis		Kesselbleche nach d.	
Anordnung 18 der Ueberwach-		für Kleinverkäufe bei Stück-		Werkstoff-u. Bau-	
ungsstelle für Eisen und Stahl		gutladungen ab Werk oder		vorschrift. f. Land-	
[vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936)		Lager):		dampfkessel, 35 bis	
S. 1465/67]:		90 % (Staffel 10,— <i>R.M.</i>) .	410—430	44 kg Festigkeit .	
Stahlschrott	42	75 % (Staffel 7,— <i>R.M.</i>) .	320—340	Grobbleche	161,50
Schwerer Walzwerksschrott	46	45 % (Staffel 6,— <i>R.M.</i>) .	205—230	Mittelbleche	137,30
Kernschrott	40	Ferrosilizium 10 % ab Werk:		3 bis unter 4,76 mm	
Walzwerks-Feinblechpakete .	41	Skala ± 3,50 <i>R.M.</i> je % und t	81,—	Feinbleche	
Hydr. gepreßte Blechpakete	41	Vorgewalzter u. gewalzter Stahl:		bis unter 3 mm im Flamm-	
Siemens-Martin-Späne	31	Grundpreise, soweit nicht an-		ofen gegülht, Frachtgrund-	
Roheisen:		ders bemerkt, in Thomas-		grundlage Siegen	144,— ⁷⁾
Gießereirohisen		Handelsgüte. — Von den		Gezogener blanker	
Nr. I } Frachtgrundlage	68,50	Grundpreisen sind die vom		Handelsdraht } Fracht-	
Nr. III } Oberhausen	63,—	Stahlwerksverband unter den		Verzinker Handels-	
Hämatit }	69,50	bekanntem Bedingungen [vgl.		draht } grund-	165,—
Kupferarmes Stahleisen, Fracht-		Stahl u. Eisen 52 (1932)		Drahtstifte } Ober-	195,—
grundlage Siegen	66,—			hausen	173,50

¹⁾ Vom 1. August 1937 an wird auf die Rechnung für Erze von Lahn, Dill und Oberhessen ein Zuschlag von 8 % erhoben. — ²⁾ Preise für Lieferungen über 200 t. Bei Lieferungen von 1 bis 100 t erhöht sich der Preis um 2 *R.M.*, von 100 bis 200 t um 1 *R.M.*. — ³⁾ Frachtgrundlage Neunkirchen-Saar. — ⁴⁾ Frachtgrundlage Homburg-Saar. — ⁵⁾ Frachtgrundlage Oberhausen oder Homburg-Saar. — ⁶⁾ Frachtgrundlage Oberhausen oder Dillingen-Saar. — ⁷⁾ Abzüglich 3 *R.M.* Sondervergütung je t vom Endpreis.

(insgesamt — 28,7 Mill. *R.M.*) sowie Asiens (— 4,8 Mill. *R.M.*). Die Lieferungen Afrikas dagegen waren höher (+ 7,6 Mill. *R.M.*) als im Dezember 1938.

Die Ausfuhr blieb hinter dem Ergebnis vom Dezember 1938 um 12,6 % zurück. Es beruht dies zum ausschlaggebenden Teile auf einer Verminderung der Ausfuhrmenge, jedoch ist auch der Ausfuhrdurchschnittswert etwas gesunken. Die Verminderung der Ausfuhr war sowohl wert- als auch mengenmäßig erheblich geringer als im gleichen Vorjahrsmonat, in dem die Ausfuhr dem Wert nach um fast ein Fünftel abgenommen hatte. Das Januarergebnis 1938 wurde nur um rd. 6 % unterschritten. Die Abnahme der Ausfuhr im Januar 1939 entfällt vornehmlich auf Fertigwaren. Insgesamt betrug der Rückgang hier 57,9 Mill. *R.M.* Hieran waren Vorerzeugnisse mit 12,2 und Enderzeugnisse mit 45,7 Mill. *R.M.* beteiligt. Der Absatz von Halbwaren war nur um 3,2 Mill. *R.M.* geringer als im Dezember. Die Ausfuhr von Rohstoffen (Kohlen) hat sogar leicht zugenommen. Von den einzelnen Erdteilen war hauptsächlich Europa an dem Ausfuhrückgang im Januar, und zwar mit 44,4 Mill. *R.M.*, beteiligt. Im Verkehr mit Uebersee war die Ausfuhr insgesamt um 15,6 Mill. *R.M.* geringer als im Vormonat. Abgenommen hat die Ausfuhr nach Asien (— 9 Mill. *R.M.*) und Amerika (— 5,9 Mill. *R.M.*, in der Hauptsache Südamerika).

Der bereits eingangs erwähnte Ausfuhrüberschuß stellte sich auf 8,8 Mill. *R.M.*.

Im Außenhandel Großdeutschlands

erreichte der Einfuhrückgang mit 70 Mill. *R.M.* nicht das Ausmaß des alten Reichsgebiets (— 76 Mill. *R.M.*), woraus hervorgeht, daß sich die Einfuhr der Ostmark und der angrenzenden sudetendeutschen Gebiete im Januar erhöht hat. Auf der andern Seite übersteigt die Ausfuhrabnahme in Großdeutschland mit 63 Mill. *R.M.* nur geringfügig den Umfang der Ausfuhrverminderung im alten Reichsgebiet (— 60 Mill. *R.M.*). Daraus ergibt sich, daß sich die Ausfuhr der Ostmark verhältnismäßig gut gehalten hat. Im einzelnen ist die Einfuhr Großdeutschlands von 542 Mill. *R.M.* im Dezember auf 472,3 Mill. *R.M.* im Januar, also um 13 %, gesunken. Die Ausfuhr ging von 504 auf 441 Mill. *R.M.*, also um rd. 12 %, zurück. Die Handelsbilanz des gesamten Reichsgebiets schließt daher mit einem Einfuhrüberschuß von 31 (Vormonat 37,8) Mill. *R.M.* ab.

Der deutsche Eisenmarkt

stand weiterhin im Zeichen stärkster Inanspruchnahme. Die Leistungsfähigkeit der Werke wird angesichts des unvermindert großen Bedarfs aller Verbraucher voll ausgenutzt, und die vorliegenden Auftragsbestände und Lieferverpflichtungen sichern auf den meisten Gebieten durchschnittlich für 6 bis 8 Monate Arbeit. Das mit der Mitte Dezember erlassenen Auftragsperre für Stabstahl und Feinbleche verfolgte Ziel, die Lieferfristen zu verkürzen und die Auftragsbestände auf ein erträgliches Maß zurückzuführen, wurde dadurch beeinträchtigt, daß in großer Zahl vordringliche, von der Ueberwachungsstelle genehmigte Auflagebestellungen eingingen und daß die zweimonatige Auftragsperre für Feinbleche inzwischen wieder aufgehoben wurde. Die Versorgungslage in den meisten Erzeugnissen hat sich deshalb gegenüber den Vormonaten kaum geändert. Unter den langen Lieferfristen und dem stockenden Versand hat naturgemäß besonders das Lagergeschäft des Handels zu leiden. Erschwert wird das Geschäft auch noch dadurch, daß die Kundschaft vielfach mit der Einreichung der Bestellungen bis zum letzten Augenblick wartet und daß es deshalb aller Anstrengungen des Handels bedarf, um die Aufträge fristgemäß an die Werke weiterzuleiten.

Die Erzeugung (einschließlich Ostmark) entwickelte sich bis Ende Januar wie folgt:

	Dezember 1938	Januar 1939
	t	t
Roheisen: insgesamt	1 595 752	1 632 783
arbeitstäglich	51 476	52 670
Rohstahl: insgesamt	1 943 513	2 096 287
arbeitstäglich	74 751	80 626

Ende Januar waren von 173 (Dezember 175) vorhandenen Hochöfen 147 (145) in Betrieb und 2 (3) gedämpft.

Auf den

Auslandsmärkten

haben sich die Hoffnungen auf eine Belebung des Geschäfts gegen Ende Januar trotz zeitweiser Besserungsansätze nicht erfüllt. Die Kaufneigung blieb auf den meisten Märkten gering. Es darf angenommen werden, daß diese nun schon lange Zeit anhaltende Zurückhaltung der Verbraucherschaft weniger auf wirklichen Bedarfsmangel, als auf die allgemeine weltpolitische Lage und vor allem auch auf den sich in jüngster Zeit wieder

bemerkbar machenden Wettbewerb amerikanischer Ausführer zurückzuführen ist. Die IRG., die im wesentlichen an ihrer Preispolitik unbeirrt festhält, sucht den Marktstörungen, an denen neuerdings in beschränktem Maße auch die australischen Hüttenwerke Broken Hill beteiligt sind, mit Kampfpreisen auf den betroffenen Sondermärkten zu begegnen.

Die im Zusammenhang mit der Aenderung der polnisch-tschechischen Grenze noch offenstehenden internationalen Quotenfragen konnten trotz den weitgehenden deutschen Vermittlungsvorschlägen immer noch nicht bereinigt werden.

Der Außenhandel in Eisen und Eisenwaren ging mengenmäßig bei der Einfuhr von 298 675 t im Dezember 1938 auf 257 445 t im Januar zurück und bei der Ausfuhr von 294 957 t auf 232 824 t. Infolgedessen ergab sich ein Einfuhrüberschuß von 24 621 t. Wertmäßig war dagegen ein Ausfuhrüberschuß von rd. 57 Mill. *R.M.* festzustellen, wie folgende Uebersicht zeigt:

	Einfuhr	Deutschlands	
		Ausfuhr	Ausfuhrüberschuß
		(in Mill. <i>R.M.</i>)	
Monatsdurchschnitt 1936	7,7	68,1	60,4
Monatsdurchschnitt 1937	9,5	91,6	82,1
Monatsdurchschnitt 1938	12,6	81,2	68,7
Dezember 1938	19,6	94,2	74,6
Januar 1939	18,4	75,3	56,9

Bei den Walzwerkserzeugnissen allein sank die Einfuhr von 55 004 t im Dezember 1938 auf 53 241 t im Januar und die Ausfuhr von 197 704 t auf 152 999 t, wodurch auch der Ausfuhrüberschuß von 142 700 t auf 99 758 t abnahm. Die Einfuhr von Roheisen zeigte einen Rückgang von 143 009 t im Dezember 1938 auf 98 982 t im Januar. Ebenso war die Ausfuhr rückläufig, und zwar von 7410 t auf 5671 t; gleichzeitig sank der Einfuhrüberschuß von 105 599 t auf 93 311 t.

Im Ruhrbergbau ist die arbeitstägliche Förderung von Dezember auf Januar wieder gestiegen, und zwar stärker als in den Vorjahren. Die hohe Förderung von Januar 1938 wurde allerdings noch nicht erreicht, wie nachfolgende Uebersicht ausweist.

	Januar 1939	Dezember 1938	Januar 1938
Verwertbare Förderung	11 018 295 t	10 729 608 t	11 004 059 t
Arbeitstägliche Förderung	423 781 t	412 836 t	440 162 t
Koksgewinnung	3 070 958 t	2 974 606 t	2 797 244 t
Tägliche Koksgewinnung	99 063 t	95 955 t	90 234 t
Beschäftigte Arbeiter	311 657	310 860	310 101

Im einzelnen ist noch folgendes zu berichten:

Die Wagengestellung der Reichsbahn hat sich gebessert. Wenn auch zeitweise noch Ausfälle zu verzeichnen waren, so konnte doch der Laderaumbedarf der Verfrachter im wesentlichen gedeckt werden.

In der Rheinschiffahrt war das Geschäft nicht sehr bedeutend, besonders der Kohlenverkehr enttäuschte. Gegen Ende des Monats zeigte sich insgesamt im Berggeschäft eine gewisse Belebung des Verkehrs, die jedoch angesichts der jahreszeitlichen Gesamtlage als vorübergehend anzusehen sein dürfte. Die Frachten haben im Zusammenhang mit dem bis Monatsmitte wieder zurückgehenden Wasserstand etwas angezogen. Wegen der Schiffgestellungsverträge zwischen Reedern und Schifferbetriebsverband ist inzwischen der Schiedsspruch des bestellten Schlichters ergangen. Er billigt den Partikulieren eine recht ansehnliche Aufbesserung der Frachtsätze zunächst auf 1 Jahr zu. Gegenüber den abgelaufenen Verträgen wurde der Satz z. B. für die Erzfracht Rotterdam/Ruhr auf 57½ Pf. gegenüber dem in den abgelaufenen Verträgen vorgesehenen Satz von 45 Pf. erhöht. Der Rhein-See-Verkehr war sowohl mit Linien als auch mit Trampschiffen den ganzen Monat über bei festen Frachten sehr lebhaft. Größeren Anteil am Geschäft hatte insbesondere die Abfuhr in Eisen.

In der westdeutschen Kanalschiffahrt ist es verhältnismäßig ruhig geblieben. Alle Kähne liegen einige Tage, ehe sie nach Emden, Hannover usw. eingeteilt werden können. Auch das Geschäft vom Rhein nach westdeutschen Kanalstationen ist zur Zeit nicht sehr umfangreich. Zu begrüßen ist es, daß die Ermäßigung der Kanalabgaben für auf dem Wasserwege aus Frankreich und Luxemburg bezogene Minette verlängert worden ist.

Die Kohlenabsatzlage war weiterhin angespannt, da die in den vergangenen Monaten entstandenen Rückstände trotz erheblichen Lagerentnahmen noch nicht aufgeholt worden sind. Nahezu sämtliche Sorten fanden glatten Absatz. Die Rückstände waren besonders umfangreich bei Stückkohlen, Koks-kohlen und kleinen Nüssen. Der Hausbrandabsatz war trotz der vorgeschrittenen Jahreszeit recht lebhaft, mit Ausnahme von Brechkoks. Die Versorgung des Marktes mit dieser Sorte scheint

ausreichend zu sein, was vor allem auf den recht günstigen Versand im Monat Januar zurückgeführt werden muß. Die Versorgung der Industrie mit Brennstoffen war weiterhin knapp ausreichend. Der Deutschen Reichsbahn konnten die angeforderten Stückkohlen nicht voll ausgeliefert werden, so daß sie auch grobe Nüsse mitverwenden mußte. Bei der Ausfuhr hat sich nichts Wesentliches geändert. Von Italien wurde auf Lieferung gedrängt. Die Abnahmen der westlichen Länder waren wenig günstig. Briketts wurden nach wie vor recht gut gefragt. Auch hier blieben die Liefermöglichkeiten der Zechen hinter den Anforderungen zurück. Die Nachfrage nach Koks war rückläufig, und zwar sowohl in Hochofen- und Gießereikoks als auch aus jahreszeitlichen Gründen in Brechkoks.

Deutschlands Inlandsförderung und Einfuhr an Eisenerzen entsprach der erhöhten Erzeugung an Roheisen und Rohstahl.

Die Eisenerzförderung in den Vereinigten Staaten von Nordamerika ist im vergangenen Jahr im Vergleich zum Jahre 1937 um 61% auf 28 739 000 t zurückgegangen; der Versand von den Gruben an die Hütten fiel sogar um 64% und betrug nur 26 691 000 t¹⁾. Die Einfuhr von Eisenerzen, die bekanntlich immer verhältnismäßig gering ist und die vor allem von Chile und zum geringeren Teil von Brasilien bestritten wird, belief sich auf 2,1 Mill. t gegenüber 2,6 Mill. t im Jahre 1937.

Die französische Eisenerzförderung ging im Jahre 1938 gegenüber dem Vorjahre um 4,7 Mill. t zurück, die Abnahme betrifft fast ausschließlich das Mutterland und hier wieder das Minette-Gebiet¹⁾. Die Ursache des Rückganges liegt in der nicht ausreichenden Beschäftigung der ostfranzösischen Hüttenwerke und in der stark zurückgegangenen Ausfuhr nach Deutschland und Belgien. Die Förderung der Ouenza-Grube, der bedeutendsten Grube Algeriens, an der auch der französische Staat namhaft beteiligt ist, stellte sich 1938 auf 1 784 000 t gegen 1 348 000 t im Jahre vorher und 1 223 000 t im Jahre 1936. Die Hoffnungen auf einen beide Teile zufriedenstellenden Ausgang der deutsch-französischen Verhandlungen in Berlin²⁾ scheinen sich nicht zu erfüllen. Die Erzlieferungen nach Deutschland werden sich im ersten Halbjahr 1939 voraussichtlich in sehr bescheidenen Grenzen halten, sicherlich zum Leidwesen der französischen Gruben, denen bereits das französisch-englische Erz-Kohlen-Abkommen eine große Enttäuschung gebracht hat.

Die Luxemburger Erzförderung ist von 7 766 000 t im Jahre 1937 auf 5 038 000 t im Jahre 1938 verhältnismäßig stark zurückgegangen. Neben dem geringeren eigenen Verbrauch der Luxemburger Hütten haben die belgischen Werke ihre Abnahme stark verringert. Dagegen haben die deutschen Hütten an der Ruhr und an der Saar ihren Bezug gegenüber 1936 verdreifacht.

Italien förderte im vergangenen Jahre etwa 1 Mill. t Eisenerze und hat damit die Leistung des Jahres 1937 erreicht. Nach den vorliegenden Beschlüssen des Autarkieausschusses wird die Nachforschung nach Eisenerzen mit größtem Nachdruck fortgesetzt. Größere Aufmerksamkeit soll auch den eisenarmen Lagerstätten zugewandt werden, die nach deutschem Vorbild mit für die Verhüttung herangezogen werden sollen.

Die spanische Eisenerzausfuhr aus Bilbao und von Castro Urdiales belief sich im vergangenen Jahre auf rd. 1,3 Mill. t. Hauptabnehmer waren Deutschland mit 888 470 t, England aus eigenen Gruben mit 304 650 t und aus spanischen Gruben mit 62 470 t sowie Holland mit 40 180 t.

Die Eisenerzverschiffungen Schwedens gingen mit rd. 12,7 Mill. t gegenüber dem Jahre 1937 (rd. 14 Mill. t) um rd. 1,3 Mill. t zurück. An der Ausfuhr war die Trafikaktiebolaget Grängesberg-Oxelösund mit 10 748 (1937: 11 984) Mill. t beteiligt.

Die Eisenerzeinfuhr Englands stellte sich auf 5 249 706 t gegen 7 149 937 t im Jahre 1937. Trotz dem Rückgang um fast 2 Mill. t verfügten die englischen Hüttenwerke zu Beginn des Jahres über große Lagerbestände.

Zahlen über die Manganerzgewinnung der Welt liegen für das Jahr 1938 noch nicht vor. Die Förderung des Jahres 1937¹⁾ überstieg bei weitem den Bedarf, so daß große Vorräte auf den Gruben und den Verbrauchswerken angesammelt wurden; es ist deshalb schon heute mit einer starken Abnahme der Gewinnung im Jahre 1938 zu rechnen. Während die Preise für Erze mit 48 bis 50% Mn Ende 1937/Anfang 1938 noch bei 24 bis 25 d für die Einheit Mangan und 1016 kg frei Kahn Rotterdam lagen, werden heute für gleichwertige Erze 12 bis 12,5 d bezahlt.

¹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 241.

²⁾ Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 137.

Bei den früher erwähnten Manganerzorkommen in Französisch-Marokko¹⁾ handelt es sich um die Vorkommen von Imini, Tiouine und Aloulouz. Ersteres wird von der bekannten Compagnie de Mokta-el-Hadid bearbeitet, während die beiden letzteren der Epinat-Gruppe angehören, deren Holdinggesellschaft die „Omnium-Nord-Africain“ ist. Die Erze können in der anfallenden Beschaffenheit nicht verarbeitet werden; sie sind zum größten Teil fein und müssen aufbereitet werden. Besondere Schwierigkeiten soll auch das Ausscheiden der verhältnismäßig hohen Gehalte an Blei und Kupfer bereiten.

Am Erzfrachtenmarkt hatten die Befrachter trotz der mit Beginn des Jahres einsetzenden, teilweise recht lebhaften Tätigkeit keine Schwierigkeiten, den Raumbedarf jeweils zu ihnen genehmen Frachtsätzen einzudecken. Bedeutende Frachtabschlüsse wurden von Rio de Janeiro zum Festlande getätigt. Die letzten Charterungen nach Rotterdam konnten zu 12/9 sh bei 1/- sh Laden und 1/- sh Löschen vorgenommen werden. Für Marampa-Erzverschiffungen von Pepel nach England und Danzig wird die Befrachtung einiger Dampfer zu nachgiebigen Frachtraten gemeldet. Auch am holländischen Markt wurden einzelne Ladungen nach Rotterdam zu der zuletzt bezahlten Rate von 10/6 sh, woraus sich eine Nettofracht von etwa 7/6 sh je t ergibt, aufgenommen. Von Durban wurden mehrere Fahrzeuge für südafrikanische Manganerze nach Rotterdam abgeschlossen, wobei die Frachtrate von 14/- sh auf 12/9 sh und in den letzten Tagen weiter auf 12/6 sh zurückging. Indische Manganerze gelangten von Bombay, Kalkutta und Vizagapatam in zahlreichen Teiladungen zu durchschnittlich 18/- bis 19/- sh nach dem Festlande zur Verschiffung. An den Mittelmeermärkten bestand zeitweise lebhaftere Nachfrage nach Frachtraum. Für Deutschland konnte eine Anzahl Dampfer von Bona und den Nachbarhäfen nach Rotterdam und den deutschen Erzempfangshäfen abgeschlossen werden. Die Frachten lagen bei 6/- sh, und es wurde genügend Schiffsraum angeboten. Das Nord-Ostsee-Frachtgeschäft entwickelte sich in mäßigen Grenzen. Für Erzabholungen von Narvik, Köping und Vaesteras wurden einige Dampfer aufgenommen, wobei die erzielten Frachtraten, bedingt durch die zunehmende Menge an aufliegendem Schiffsraum in den skandinavischen Ländern, für die Befrachter als günstig bezeichnet werden müssen; so betrug z. B. die Rate von Narvik nach Rotterdam 3,50 Kr je t.

Das Aufbringen an inländischem Schrott hat erfreulicherweise zugenommen, was vor allem auf die im ganzen Reich durchgeführten Sammlungen zurückzuführen ist. Das Aufbringen war für einzelne Werke so stoßweise, daß sich Sperrungen für einige Tage nicht vermeiden ließen. Die ständigen Aufforderungen zur besseren Aussortierung des gelieferten Schrotts haben dazu geführt, daß die in der letzten Zeit gelieferten Sorten eine Besserung erfahren haben. Der Zukauf an Auslandsschrott hielt sich im Rahmen des Vormonats, so daß bei einzelnen Werken eine größere Bevorratung mit Schrott durchgeführt werden konnte. Im übrigen sind die Werke nach wie vor zur Aufnahme größerer Schrottmengen bereit.

Im Monat Februar war es möglich, die Versorgung der inländischen Abnehmer mit Roheisen in unvermindertem Umfang störungsfrei vorzunehmen. Rückstände, die infolge von Verkehrsschwierigkeiten aus den Vormonaten verblieben waren, konnten zum größten Teil neben der monatlichen Anspruchsmenge den Abnehmern nachgeliefert werden. Die Lage auf den Auslandsmärkten war wenig günstig und die Nachfrage allgemein rückläufig bei weichenden Preisen.

In den verschiedenen Halbzeugsorten hat die starke Nachfrage unvermindert angehalten. Der Anteil an Qualitätsmaterial vergrößert sich immer noch, so daß sich gerade auf diesem Gebiet die Marktlage noch weiter verschärft hat. Dementsprechend sind auch die Lieferfristen, besonders für Siemens-Martin-Güte, sehr weit gespannt und werden vielfach noch überschritten. Von den Auslandsmärkten sind einzelne größere Halbzeuggeschäfte mit Rumänien zu erwähnen.

Der Formstahlmarkt zeigte ebenfalls eine gesteigerte Bestelltätigkeit für den Inlandsverbrauch, während sich das Auslandsgeschäft in den bisherigen Grenzen hielt. Wie vorauszu-sehen, sucht die Kundschaft mit einem Teil ihres Stabstahlbedarfs, der infolge der Auftragsperre nicht unterzubringen ist, auf andere Kontingente, so z. B. auf Formstahl, Oberbau usw., auszuweichen. Die umfangreichen Bestellungen wirken sich auf die Lieferfristen entsprechend aus.

Von einer fühlbaren Auftragsentlastung der Werke in Stabstahl ist trotz der verordneten Auftragsperre kaum etwas zu merken. Es sind sehr erhebliche vordringliche Bedarfsmengen, vor allem in Monierstahl, mit Ausnahmekennziffern versehen worden, die von den Lieferwerken beschleunigt erledigt werden

müssen. Die mit der Auftragsperre angestrebte Verkürzung der Lieferfristen liegt angesichts dieser zusätzlichen Belastung der Werke durch neue Auflagebestellungen noch in weiter Ferne; besonders der Handel klagt sehr stark über neue Verzögerungen in der Abwicklung der alten Rückstände. Das Bild auf den Auslandsmärkten hat sich nicht geändert. Das Geschäft wurde durch mangelnde Preisdisziplin der französischen und belgischen Werke ungünstig beeinflusst. Die Zurückhaltung der ausländischen Kundschaft hielt unter diesen Umständen an.

Das Geschäft in Oberbaueisen steht zur Zeit bereits im Zeichen der neuen Pläne der Reichsbahn, die mit ihrem großen Bedarf nun stärker hervortritt. Der Bedarf der übrigen Verbraucher, wie Straßenbahnen, Bergbau usw., zeigte keine größeren Schwankungen. Der Auftragseingang aus dem Ausland hatte sowohl in leichtem als auch in schwerem Oberbaueisen keinen besonders großen Umfang.

In Grob- und Mittelblechen hielt der starke Eingang von Inlandsaufträgen an, wobei zeitweise der starke Anteil von Bestellungen in Handlungsgüter auffiel. Die Beschäftigung der Werke ist immer noch außerordentlich stark, und der Arbeitsbestand liegt gegenüber dem Stand vor einigen Monaten erheblich höher. Der Anteil des Auslandes an der Gesamtmenge war befriedigend. Bemerkenswert ist ein großer Grobblechauftrag für Mexiko. In Schiffsblechen sollen von schwedischen und italienischen Werften größere Käufe in den Vereinigten Staaten von Nordamerika getätigt worden sein zu Preisen, die unter den Verbandsnotierungen liegen. Am Feinblechmarkt waren die Anforderungen in Handels- und Sonderblechen für den Inlandsbedarf nach wie vor bedeutend. Die Auftragsperre, die sich kaum ausgewirkt hatte, ist Mitte Februar wieder aufgehoben worden. Mit der dringend notwendigen Verkürzung der Lieferfristen, die sich zur Zeit immer noch auf 5 bis 6 Monate belaufen, ist infolge des neuen Auftragsandrangs naturgemäß nicht zu rechnen. Der Auslandsabsatz bewegte sich bei allen Blechsorten in den durch die internationalen Abmachungen gezogenen Grenzen.

Das Gesamtbild des Röhrengeschäftes hat sich gegenüber den Vormonaten kaum geändert. Soweit es sich um gängige Sorten und Abmessungen handelt, sind die Lieferfristen meist wesentlich kürzer als bei Stabstahl und Blechen. Aus dem Ausland kam ein größerer Auftrag auf Oelleitungsrohre herein; im übrigen hält sich die Ausfuhr etwa im bisherigen Rahmen.

Das lebhafteste Inlandsgeschäft in warmgewalztem und kaltgewalztem Bandstahl hat sich ebenfalls nicht geändert. Infolge der Auftragsperre für Stabstahl und Feinbleche gingen viele Verbraucher in gewissem Umfange dazu über, ihren Bedarf aushilfsweise in Bändern zu decken. Das Auslandsgeschäft ließ zu wünschen übrig.

In Walzdraht sind die Kontingentierungsmaßnahmen neuerdings verschärft worden, so daß sowohl der Walzdrahtabsatz an Fremde als auch die Versorgung der Verfeinerungswerke der Konzerne weiter beeinträchtigt wurde. Der Markt für Drahterzeugnisse lag unverändert. Die zu Beginn des Jahres eingeführte Vollkontingentierung stieß auf beträchtliche Schwierigkeiten, so daß gewisse Abänderungen erforderlich wurden. Bei einzelnen Drahterzeugnissen mußte die Verwendungsbeschränkung ganz aufgehoben werden, während sich bei einigen andern Sorten eine gewisse Lockerung in den Herstellungsmengen als notwendig erwies. Der Auftragseingang aus dem Ausland hat sich inzwischen gehoben, blieb jedoch immer noch hinter den Erwartungen zurück. Trotz den von der „Iweco“ in einzelnen Ländern vorgenommenen Preiserhöhungen gingen immer noch Geschäfte an Außenseiter verloren.

In Gußerzeugnissen hielt sich der Auftragseingang in den üblichen Grenzen. Besonders lebhaft war auch weiterhin das Geschäft in Maschinen- und Kokillenguß. Der Bedarf an Stahlguß ist nach wie vor hoch. Auch aus dem Ausland wurden größere Geschäfte hereingenommen. Besondere Aufmerksamkeit wurde der schnellen Erledigung von Aufträgen für die mittelbare Ausfuhr gewidmet, die ebenfalls recht lebhaft eingingen.

Bestellungen in Werkstattenerzeugnissen gingen in zufriedenstellendem Umfange ein. Recht lebhaft war vor allem das Geschäft in Radsätzen, Weichen und Schmiedestücken. Das Ausland hatte mit einigen größeren Anfragen und Aufträgen entsprechenden Anteil.

II. SAARLAND. — Die Kohlenversorgung der Saarrhütten war im abgelaufenen Monat zwar ausreichend, erstreckte sich aber nur auf die Deckung des unumgänglich notwendigen Bedarfs, ohne daß es zur Vorratsansammlung gekommen wäre.

In der Erzversorgung hat sich die Lage leider nicht gebessert. Ueber die Verhandlungen, die zur Zeit in Berlin zwischen

¹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 138.

der deutschen und französischen Handelsabordnung wegen Verlängerung des Austauschabkommens Kohle/Erz stattfinden, ist im Augenblick noch kein endgültiges Ergebnis bekannt geworden. Nach den vorliegenden Mitteilungen scheint wohl französischerseits die Absicht zu bestehen, die Kohlenbezüge zu verstärken, wodurch dann auch die Möglichkeit eines größeren Erzbezuges gegeben wäre. In Frankreich herrscht unter den Erzlieferern ein großer Unwille wegen der rückgehenden Ausfuhr nach Deutschland; die französische Verhandlungsabordnung muß auf diese Stimmung Rücksicht nehmen. Unter den gegenwärtigen Verhältnissen hat natürlich irgendeine Preisbewegung auf dem Minettmarkt nicht stattgefunden. Sowohl die Bahn- als auch die Kanalfrachten haben sich gleichfalls nicht geändert. Auf den Kanälen ist genügend Schiffsraum zur Verfügung. Nur klagen die deutschen Schiffer darüber, daß das französische Konsulat in Saarbrücken zu kurze Aufenthaltsgenehmigungen für Frankreich gibt. Die Hüttenwerke versorgen sich zwischendurch mit inländischen, luxemburgischen und spanischen Erzen, um den Ausfall der Minette wertzumachen.

Die Schrottversorgung ist sowohl für die Siemens-Martin-Werke als auch für die Hochofen ausreichend gewesen. Kleine inländische Fehlmengen wurden durch Auslandsschrott eingedeckt. Sonstige Hochofenzuschläge, mit Ausnahme von Stahlwerkalk, wo eine gewisse Knappheit herrscht, sind ohne Schwierigkeiten zu beschaffen.

Die Beschäftigung der Werke in Formstahl und P-Trägern ist nach wie vor groß. Auch in Stabstahl ist trotz der Auftragssperre für eine große Anzahl der Verbraucher keine fühlbare Erleichterung eingetreten. Das Auslandsgeschäft bewegt sich im seitherigen Rahmen.

III. SIEGERLAND. — Förderung, Gewinnung und Absatz haben sich im Siegerländer Eisenerzbergbau, arbeitstäglich gerechnet, auf der Höhe des Vormonats gehalten. Die Gesamtzahlen waren infolge der nur zur Verfügung stehenden 24 Arbeitstage — gegenüber 26 in den Vormonaten — entsprechend geringer.

In der Eisenhüttenindustrie hielt die starke Nachfrage nach allen Roheisensorten an. In Halbzeug und Stabstahl sowie in Mittel- und Grobblechen war die Dringlichkeit der Nachfrage weiterhin erheblich.

Die Anforderungen in Handels- und Qualitätsblechen für Inlandsbedarf waren nach wie vor bedeutend. Das Inlandsgeschäft in verzinkten und verbleiten Blechen hat sich in dem durch die Kontingente gegebenen Umfang gehalten. Der

Auslandsabsatz bewegte sich bei allen Blechsorten in den durch die internationalen Abmachungen gezogenen Grenzen. In Schmiedestücken und Stahlguß hielt sich der Auftragsengang auf der in den letzten Monaten beobachteten Höhe.

Die weiterverarbeitende Industrie war für das Inland unverändert stark beschäftigt. Das gilt sowohl für die Herstellung verzinkter Blechwaren als auch für die Werke für mittelschwere und schwere Blecharbeiten, für die Konstruktionswerkstätten und Brückenbaufirmen, Eisen- und Walzengießereien. Der Auftragsengang bei den Maschinenfabriken war unverändert lebhaft. Dem Auslandsmarkt wurde weiter ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt, eine wesentliche Steigerung der Ausfuhr konnte jedoch nicht festgestellt werden.

IV. MITTELDEUTSCHLAND. — Gegenüber dem Vormonat ist eine weitere fühlbare Senkung des Auftragsbestandes in Walzzeug nicht mehr eingetreten. Die allgemeine Liefenlage für Stabstahl hat im Gegenteil eine Verschärfung dadurch erfahren, daß der als vordringlich bezeichnete Bedarf einen immer größeren Umfang angenommen hat. In Universalstahl war der Auftragseingang stärker als in den Vormonaten, so daß von den Werken entsprechend längere Lieferzeiten genannt werden müssen.

Im Rahmen der den Werken zur Verfügung stehenden Versandmenge wickelte sich das Geschäft in schmiedeeisernen Röhren normal ab; größere Schwierigkeiten traten nicht auf. In gußeisernen Muffendruckrohren hat der Auftragseingang zugenommen. Der Umsatz in Rohrezeugnissen wie Rohrschlangen, Ueberhitzern usw. war gut. Auch melden die Werke ein besseres Geschäft in Röhrenverbindungsstücken, wie Fittings und Rohrbogen.

Sehr stark besetzt waren nach wie vor die Stahlgießereien. Die Nachfrage nach Schmiedestücken, ebenso nach Rad-sätzen und Teilen aller Art war stark.

Das Schrottaufkommen bewegte sich in den letzten Wochen im allgemeinen in normalen Grenzen. In einigen kleinen Gebieten waren die Verkäufe etwas rückläufig. Die Versorgungslage der Schrott verbrauchenden Werke blieb gut. Maschinengußbruch war weiterhin knapp. Die Roheisenlieferungen erfolgten im Rahmen der zugesagten Mengen. Die Deckung des Bedarfs an feuerfesten Steinen ging nicht immer ohne Schwierigkeiten vonstatten, da die Steinfabriken aus Gründen verschiedenster Art den dringendsten Wünschen nur schwer gerecht werden konnten.

Leistungsausbau der Zementindustrie und Mehrverhüttung heimischer Erze.

Die verstärkte Heranziehung der heimischen Erze zur Roheisenherzeugung wirft eine Fülle von Fragen auf, unter denen nicht an letzter Stelle auch die nach dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit zu beantwortende Frage einer geeigneten Verwertung der anfallenden Nebenerzeugnisse steht. Durch die beabsichtigte weitere Steigerung der Roheisenherzeugung wird der Ueberschuß an Koksofen- und Hochofengasen sowie an verwertbaren Schlacken in um so stärkerem Maße zunehmen, als sich der Anteil der eisenarmen heimischen Erze erhöht, und dementsprechend nicht nur mehr Gangart, sondern auch mehr Koks und Kalk im Hochofen zum Durchsatz kommen. Im besonderen wird die Hüttenindustrie durch den voraussichtlich erheblichen Mehrentfall an Hochofenschlacke vor neue Aufgaben gestellt. Schon heute kann mit einem jährlichen Entfall von 13 bis 15 Mill. t Hochofenschlacke gerechnet werden, und diese Menge dürfte bei Durchführung der auf eine Steigerung unserer Roheisenherzeugung abzielenden Pläne sicherlich um einige Millionen Tonnen zunehmen.

Es liegt auf der Hand, daß eine zweckmäßige Unterbringung dieser zusätzlichen Schlackenmengen auch andere Industriezweige nicht unberührt lassen kann. So wird die vermehrte Nutzbarmachung der hierfür geeigneten Hochofenschlacken zu Düngezwecken die Kalkindustrie in ihren Lieferungen an die Landwirtschaft entlasten können. Andererseits muß der notwendige Ausbau der Schlackenverwertung auch bei den Erweiterungsplänen der Zementindustrie Berücksichtigung finden. Schon im vergangenen Jahre sind von der Hüttenindustrie 1 041 000 t Eisenportlandzement und außerdem 1 234 000 t Hochofenzement hergestellt worden, und es kann damit gerechnet werden, daß das laufende Jahr eine weitere Steigerung der Hüttenzementherzeugung bringen wird.

Die Bedeutung des Zements als eines der wichtigsten Baustoffe legte es nahe, die Erweiterungspläne der Hütten-

zementwerke mit den Ausbauabsichten der Zementindustrie abzustimmen. Daher verdienen Ausführungen die der zuständige Referent im Reichswirtschaftsministerium, Oberregierungsrat Dr. Drexl, im „Bau-Kurier“¹⁾, dem offiziellen Blatt der Wirtschaftsgruppe Steine und Erden, macht, besondere Beachtung. Nachdem vor einigen Monaten angekündigt worden war, daß die Leistungsfähigkeit der Zementindustrie, die 1932 schätzungsweise 11 bis 12 Mill. t (bei einem Absatz von 3 Mill. t), Ende 1935 rd. 14,3 Mill. t (Jahresabsatz 8,6 Mill. t) und Ende 1938 17 Mill. t (Jahresabsatz 15,6 Mill. t) betragen hatte, mit Rücksicht auf die Höhe des heutigen Bedarfs um etwa ein Drittel gesteigert werden sollte, lassen die Darlegungen Drexls erkennen, daß die Leistungsfähigkeit der Portlandzementindustrie doch in wesentlich geringerem Maß ausgebaut werden soll. Die Anordnung des Reichswirtschaftsministers wird, so heißt es in dem Aufsatz, die Leistungsfähigkeit der Zementindustrie im Laufe des Jahres 1939 um rd. 2,5 Mill. t ausweiten, so daß sie Ende 1939 über 19 Mill. t betragen werde, und die praktische Jahresleistung demnach für Ende 1939 auf annähernd 18 Mill. t Zement veranschlagt werden könne. Die unter Mithilfe der Reichsstelle für Wirtschaftsausbau durchzuführende Ausweitung erfolge nach einem genauen Ausbauplan, der den wirtschaftlichsten Werkstoff- und Arbeitseinsatz sicherstelle. Um in kürzester Zeit die höchste Leistungssteigerung zu erreichen, war es erforderlich, von der Errichtung neuer Anlagen Abstand zu nehmen und die Ausweitungen darauf zu beschränken, den jeweils engsten Querschnitt des Erzeugungsganges durch Einbau zusätzlicher Einrichtungen zu beseitigen.

Gerade in der Zementindustrie ist die Standortfrage von entscheidender Bedeutung. Sie soll beim Ausbau in der Weise

¹⁾ 11 (1939) Nr. 8 vom 22. Februar 1939; Zement 28 (1939) S. 116/18.

berücksichtigt werden, daß die günstig zu den Bedarfsgebieten liegenden Unternehmen den Vorzug erhalten. Eine einheitliche Lenkung des Werkstoff- und Arbeitseinsatzes kann aber, wie in dem Aufsatz hervorgehoben wird, nur durch die Aufrechterhaltung des Errichtungs- und Erweiterungsverbot sicher gestellt werden. Daß das westdeutsche Wirtschaftsgebiet als Schwerpunkt der Eisenhüttenindustrie bei den Ausbauplänen eine besondere Rolle spielt, ist naheliegend. Es wird in diesem Zusammenhang betont, daß die Aufnahmefähigkeit des westdeutschen Marktes im Verhältnis zur Leistungsfähigkeit der westdeutschen Zementindustrie nicht ausreichend sei. Die westdeutschen Werke müßten daher laufend erhebliche Zementmengen in weit entfernt liegende Gebiete mit hohen Frachtkosten versenden. Die Frage der Bedarfsverlagerung nach den östlichen Gebieten werde für die westdeutsche Zementindustrie um so dringlicher, je mehr durch die zunehmende Verhüttung deutscher eisenarmer Erze im Westen die Frage der Verwertung der anfallenden zusätzlichen Hochofenschlacke für die Zementherstellung in den Vordergrund trete. „Die Errichtung von neuen Anlagen im westdeutschen Wirtschaftsraum wäre daher gleichlautend mit einer Kapitalfehlleitung und dem Verlust von volkswirtschaftlichem Kapital. Diese zu verhindern, ist Aufgabe einer amtlichen Wirtschaftslenkung.“

Buchbesprechungen.

Friedensburg, Ferdinand: Die Bergwirtschaft der Erde. Bodenschätze, Bergbau und Mineralienversorgung der einzelnen Länder. Mit 40 Abb. u. 139 Zahlentaf. Stuttgart: Ferdinand Enke 1938. (XV, 504 S.) 8°. 30 *RM.*, geb. 32 *RM.*

Das Buch behandelt nach einigen allgemeineren bergwirtschaftlichen Ausführungen für 160 Länder der Welt die Lage ihres Bergbaues. Zunächst wird für jedes Land in einer Zahlenübersicht die Bergwerksförderung für die Jahre 1913, 1929 und 1936 angegeben, und zwar getrennt für die einzelnen mineralischen Rohstoffe. Außerdem ist für das Jahr 1936 angeführt, welchen Anteil die Förderung des einzelnen Rohstoffes an der Weltförderung und an der Eigenbedarfsdeckung des jeweiligen Landes ausmachte. Dann folgen Ausführungen geographischer und geologischer Art sowie eine Schilderung der bergbaulichen und allgemeinwirtschaftlichen Verhältnisse des betreffenden Landes wie auch Hinweise auf den Austausch bergmännischer Rohstoffe zwischen den einzelnen Ländern. Jedem Landesabschnitt ist ferner noch eine Zusammenstellung des wichtigsten neueren Schrifttums beigefügt. Außerdem wird für 40 Länder eine Kartenskizze gebracht, aus der die Lage der wichtigsten Vorkommen zu ersehen ist.

Wie diese Inhaltsangabe des Buches von Friedensburg zeigt, schließt es im Schrifttum eine Lücke, die zwischen dem vom gleichen Verfasser herausgegebenen Buche „Die mineralischen Bodenschätze als weltpolitische und militärische Machtfaktoren“¹⁾ einerseits und der von der Preußischen Geologischen Landesanstalt herausgegebenen „Weltmontanstatistik“²⁾ andererseits noch bestand. Schon durch diesen Umstand bildet das Buch eine sehr begrüßenswerte Neuerscheinung. Darüber hinaus muß anerkannt werden, daß der Verfasser es verstanden hat, die bergwirtschaftlichen Zusammenhänge in einer ebenso treffenden wie allgemeinverständlichen Form darzustellen. Das Buch muß daher jedem, der sich mit den ruhenden oder geförderten Bodenschätzen sowie der Versorgung irgendeines Landes mit bergmännisch gewonnenen Rohstoffen zu beschäftigen hat, empfohlen werden.

Walter Luyken.

Eucken, Arnold, o. ö. Professor und Direktor des Instituts für physikalische Chemie der Universität Göttingen: **Lehrbuch der chemischen Physik.** 2., vollk. neu bearb. Aufl. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 8°.

Bd. 1: Die korpuskularen Bausteine der Materie. Unter Mitwirkung von Dr. habil. E. Bartholomé-Mannheim, Prof. Dr. G. Joos-Göttingen, Dr. Klaus Schäfer-Göttingen, Dozent Dr. F. Sauter-Göttingen/Königsberg i. Pr. Mit 233 Fig. 1938. (XIX, 717 S.) 38 *RM.*, geb. 40 *RM.*

Die Neuauflage des bekannten Lehrbuchs unterscheidet sich wesentlich von der früheren³⁾, ein Zeichen dafür, wie stark die Gedankengänge der modernen Physik, insbesondere die Entwicklung der Quantenmechanik, den Aufbau der Nachbarwissenschaften beeinflussen. Wegen der Fülle des Stoffes ist das Werk jetzt auf zwei Bände berechnet, von dem nun der erste Band

Forschungsarbeiten, so hebt Drexel weiter hervor, lassen vielfach erkennen, daß die bei der Gewinnung neuer Rohstoffe anfallenden Nebenerzeugnisse unter besonders wirtschaftlichen Bedingungen zu Zement verarbeitet werden können. Daher müsse in absehbarer Zeit der Markt für zusätzliche Zementmengen erschlossen werden. Ein großer Teil dieser zusätzlichen Gewinnung werde im westdeutschen Wirtschaftsraum anfallen. Die sich daraus für die westdeutsche Zementindustrie ergebende Belastung lasse sich noch nicht übersehen. Um so wichtiger seien Maßnahmen zur Verhinderung einer weiteren Übersetzung der westdeutschen Zementindustrie. Die wirtschaftliche Versorgung des großdeutschen Marktes verlange, daß in den Bedarfsgebieten technisch neuzeitliche Anlagen entstehen.

Der Aufsatz schließt mit Betrachtungen über die notwendige Auslese in der Zementwirtschaft. Es werde Aufgabe der Industrie sein, zu prüfen, welche Einrichtungen mit Rücksicht auf ihren technischen Stand und die Kostengestaltung auf die Dauer Zement zu wirtschaftlichen Preisen nicht mehr herzustellen vermögen und daher aus dem Erzeugungsvorgang ausgeschaltet werden müssen. Darüber hinaus werde zu ermitteln sein, ob unter Umständen durch eine Auflockerung der bestehenden Bindungen diese Auslese gefördert werden könne.

vorliegt, neben dem „Grundriß der physikalischen Chemie“ des gleichen Verfassers⁴⁾. Der weitgespannte Rahmen ließ die Mitarbeit theoretischer Physiker als wünschenswert erscheinen, für die hervorragende Fachleute, wie G. Joos u. a., gewonnen wurden, ohne daß jedoch der einheitliche Guß des Werkes gestört worden wäre. Was den Gesamteindruck des vorliegenden Bandes betrifft, so liegt sein Schwerpunkt zweifellos mehr auf der physikalischen Seite, wie ja überhaupt die Grundlagen der Chemie von der Atom- oder Molekularphysik kaum mehr getrennt werden können. Hervorzuheben ist das didaktische Geschick, mit dem die als abstrakt geltenden Gedankengänge der Quantenphysik entwickelt werden, so daß sich auch der damit noch nicht oder weniger Vertraute einigermaßen darin einfühlen kann. Nicht nur der physikalische Chemiker, sondern auch der in der Praxis stehende Physiker wird das Buch mit Nutzen und Genuß zur Hand nehmen.

Fritz Stäblein.

Ricken, Theodor, Dipl.-Ing., Studienrat an der Höheren Technischen Staatslehranstalt für Maschinenwesen und Elektrotechnik in Frankfurt a. M.: **Grundzüge der Schweißtechnik.** Kurzgefaßter Leitfaden. Mit 97 Abb. im Text. Berlin: Julius Springer 1938. (63 S.) 8°. 3.90 *RM.*

Seinem Zwecke entsprechend behandelt das Buch die gesamte Schweißtechnik in sehr knapper Form, die es gestattet, dem Außenstehenden ein Bild der verschiedenen Schweißverfahren zu geben. Neben den schweißtechnischen Arbeitsgeräten und Hilfsmitteln wird den Arbeitsregeln besondere Aufmerksamkeit geschenkt, wobei jede Belastung durch theoretische Überlegungen vermieden wird. Daneben behandelt der Verfasser die Begleiterscheinungen des Schweißens und geht auf die Berechnung und Prüfung von Schweißverbindungen kurz ein. Dem erfahrenen Schweißer müßte der Inhalt des Buches geläufig sein, doch ist es für den Lernenden, der sich gleichzeitig praktisch mit dem Schweißen befaßt, von großem Wert.

Wilhelm Lohmann.

Geck, L. H. Ad., Dr. phil., Dr. jur., Dr.-Ing. habil.: **Soziale Betriebsführung.** München: C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung 1938. (VI, 130 S.) 8°. 2,20 *RM.*

(Arbeit und Wissen, Hrsg. von H. Paul Wels, Bd. 2.)

Der Verfasser gibt in einfacher und klarer Sprache einen Ueberblick über die Entwicklung der sozialen Betriebsführung in der Industrie. Außer den deutschen Verhältnissen werden auch die anderer Industrieländer, wie der Vereinigten Staaten, England, Frankreichs und der Schweiz, berücksichtigt. Die soziale Betriebsführung als Menschenführung im weitesten Sinne ist vielleicht das geeignetste Mittel, der Entfremdung der Arbeiter von der Betriebsführung und dem Betrieb entgegenzuwirken.

Der Verfasser zeigt weiterhin, wie sich die soziale Betriebsführung als soziale Fürsorge innerhalb und außerhalb des Betriebslebens und als Sachgestaltungsaufgabe (Schönheit der Arbeit) auswirkt. Die Schrift stellt, worauf im Vorwort besonders hingewiesen wird, einen ersten Versuch zu einer neuen Wissenschaft der Betriebssoziologie dar. Sie enthält viele Anregungen für Betriebsführer und Gefolgschaft und ist daher lesenswert.

Dr. Walter Reinecke.

¹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 204/35.

²⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 166/67.

³⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 1183.

⁴⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 944.

Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

Ehrung.

Dem Ehrenmitglied unseres Vereins, James Henderson, London, wurde durch Beschluß des Vorstandes des Iron and Steel Institute die Goldene Bessemer-Denk Münze zuerkannt. Es ist dies die höchste Auszeichnung, die das Institut für hervorragende Verdienste um die technische und metallurgische Entwicklung der Eisenindustrie zu vergeben hat.

Änderungen in der Mitgliederliste.

<i>Eisenkoltz, Fritz</i> , Dr.-Ing., Oberingenieur, Eisenhüttenwerk Thale A.-G., Thale (Harz).	32 020
<i>Flesch, Hans</i> , Dipl.-Ing., Chefingenieur, Juggital Kamlapat Iron and Steel Co. Ltd., Cawnpore (Brit. Indien).	30 035
<i>Großjohann, Heinz</i> , Dipl.-Ing., Hochfrequenz-Tiegelstahl G. m. b. H., Bochum, Wörthstr. 40.	35 170
<i>Haag, Johannes</i> , Dipl.-Ing., Direktor, stellv. Vorstandsmitglied der Neunkircher Eisenwerk A.-G. vorm. Gebr. Stumm, Neunkirchen (Saar); Wohnung: Goethestr. 39.	23 064
<i>Hannack, Georg</i> , Dr.-Ing., Mittel-Schreiberbau, Haus Oskarstein.	08 033
<i>Junghans, Kurt</i> , Oberingenieur, Röchlingstahl G. m. b. H., Berlin W 8, Taubenstr. 13; Wohnung: Berlin-Charlottenburg 4, Goethepark 5 III.	36 198
<i>Krülls, Peter</i> , Dipl.-Ing., Parys/O. F. S. (Südafrikanische Union), The Woodlands, Boom Street.	19 065
<i>Legat, Hans</i> , Dr. mont., Dipl.-Ing., Betriebsleiter der Abt. Schmiede der Klöckner-Humboldt-Deutz A.-G., Köln-Kalk.	36 249
<i>Möller, Fritz</i> , techn. Direktor, Schloemann A.-G., Düsseldorf 1; Wohnung: Düsseldorf-Oberkassel, Hohenstaufenstr. 7.	12 077
<i>Mueller, Wilhelm Otto</i> , Dipl.-Ing., Vorstandsmitglied der Fritz Werner A.-G., Berlin-Marienfelde; Wohnung: Berlin-Dahlem, Eppinger Str. 24.	29 141
<i>Peitz, Martin</i> , Dipl.-Ing., Leiter der Materialuntersuchungsstelle Kammersdorf, Kammersdorf-Schießplatz.	27 203
<i>Podkowik, Josef</i> , Ingenieur, Vereinigte Deutsche Metallwerke A.-G., Zweigniederl. Basse & Selve, Altena (Westf.); Wohnung: Bornstr. 32.	17 066
<i>Preuß, Friedrich</i> , Dipl.-Ing., Sächsische Gußstahlwerke Döhlen A.-G., Freital 2; Wohnung: Goetheplatz 8.	28 134
<i>Rieger, Franz A.</i> , Dipl.-Ing., Direktor, Mannesmann-Stahlblechbau A.-G., Hauptverwaltung, Berlin O 2, Schicklerstr. 7.	36 353
<i>Schmitz, Hans</i> , Dipl.-Ing., Betriebsingenieur, Kammerich-Werke A.-G., Brackwede; Wohnung: Am Frölenberg 2.	33 164
<i>Seemann, Franz</i> , Ingenieur, Prag VII (C. S. R.), u. Smaltoony 1115.	20 117
<i>Siber, Hermann</i> , Dipl.-Ing., Hirth-Motoren G. m. b. H., Stuttgart-Zuffenhäuser, Schwieberdinger Str. 97; Wohnung: Nordheimer Str. 5.	36 415
<i>Stefan, Walter</i> , Dipl.-Ing., Mannesmannröhren-Werke, Hauptverwaltung, Düsseldorf 1.	35 513
<i>Wang, Chih-Chuan</i> , Hütteningenieur, Shanghai (China), 417 Avenue Foch Road.	38 020

Gestorben:

<i>Buzek, Georg</i> , Dipl.-Ing., Professor, Generaldirektor, Wegierska Gorka (Polen). * 27. 3. 1874, † 9. 2. 1939.
<i>Neuhaus, Waldemar</i> , Direktor, Berlin-Zehlendorf. * 6. 9. 1875, † 15. 2. 1939.
<i>Sommer, Fridolin</i> , Ing., Hüttenoberinspektor i. R., Prag Dejvice (C. S. R.). † 12. 2. 1939.

Neue Mitglieder.

Ordentliche Mitglieder:

<i>Branditz, Karl</i> , Prokurist, Fa. W. H. Joens & Co., Düsseldorf 10, Franklinstr. 33/39; Wohnung: Gartenstr. 118 a.	39 234
<i>Bruns, Gerhard</i> , Vorstandsmitglied der Sächs. Gußstahl-Werke Döhlen A.-G., Freital.	39 235
<i>Frank, Hanns</i> , Dipl.-Ing., Mannesmannröhren-Werke, Abt. Forschungsinstitut, Duisburg-Huckingen; Wohnung: Duisburg, Elisabethstr. 22.	39 236

<i>Franke, Gustav</i> , Ingenieur, Mitteldeutsche Stahl- u. Walzwerke Friedrich Flick K.-G., Brandenburg (Havel); Wohnung: Steinstraße 27 II.	39 237
<i>Grenier, Georges</i> , Ingenieur, Usine de Neuves-Maisons, Neuves-Maisons (Meurthe et Moselle/Frankreich), Rue du Breuil 5.	39 238
<i>Hager, Gustav-Adolf</i> , Dipl.-Ing., Geschäftsführer, Studiengesellschaft deutscher Handlungsschraubenwerke, Düsseldorf 1, Wilhelm-Marx-Haus; Wohnung: Düsseldorf-Gerresheim, Von-Gahlen-Str. 40.	39 239
<i>Höhler, Erich</i> , Gießerei-Ingenieur, Betriebsleiter, Eisenwerk Geweke R. u. C. R. Lange, Hagen-Haspe; Wohnung: Büddingstraße 13.	39 240
<i>Joens, Werner</i> , Fabrikant, Inhaber der Fa. W. H. Joens & Co., Düsseldorf 10, Franklinstr. 33/39; Wohnung: Düsseldorf 1, Grafenberger Allee 133.	39 241
<i>Konopicky, Kamillo</i> , Dr.-Ing., Leiter der wissenschaftl. Abteilung der Silika- u. Schamotte-Fabriken Martin & Pagenstecher A.-G., Köln-Mülheim; Wohnung: Köln, Merlostr. 14.	39 242
<i>Korn, Karl</i> , Betriebsingenieur, A.-G. der Dillinger Hüttenwerke, Dillingen (Saar); Wohnung: Pestelstr. 4.	39 243
<i>Müller, Johann</i> , Werkstoffprüfer, Eisenwerk-Gesellschaft Maxilianshütte, Sulzbach-Rosenberg (Hütte); Wohnung: Frommstraße 101.	39 244
<i>Neerfeld, Helmut</i> , Dr. rer. nat., Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf 1; Wohnung: Düsseldorf-Grafenberg, Geibelstr. 42.	39 245
<i>Rüth, Gustav</i> , Dipl.-Ing., Regierungsbaumeister a. D., Oberingenieur, Bergbau- u. Hütten-A.-G. Friedrichshütte, Abt. Carl Stein, Wehbach (Sieg); Wohnung: Koblenz-Olper-Str. 21.	39 246
<i>Schaefer, Ernst</i> , Zivilingenieur, Duisburg, Falkstr. 67.	39 247
<i>Schäfer, Wilhelm</i> , Bochumer Verein für Gußstahlfabrikation A.-G., Bochum; Wohnung: Hattinger Str. 172.	39 248
<i>Schramm, Jakob</i> , Dr.-Ing. habil., wissenschaftl. Mitarbeiter am Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung, Stuttgart N, Seestr. 75; Wohnung: Stuttgart 13, Spittlerstr. 14 II.	39 249
<i>Titscher, Johann</i> , Dipl.-Ing., Abteilungsleiter, Deutsche Reichsbahn, R.-A.-W., Linz (Oberdonau); Wohnung: Beethovenstraße 18.	39 250
<i>Vorschulte, Heinrich</i> , Dipl.-Ing., August-Thyssen-Hütte A.-G., Duisburg-Hamborn; Wohnung: Siemensstr. 7.	39 251

Eisenhütte Südwest,

Zweigverein des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NS.-Bund Deutscher Technik.

Donnerstag, den 9. März 1939, 15.30 Uhr, findet im Haus der Technik, Saarbrücken, Hindenburgstr. 7, eine

Sitzung des Fachausschusses „Hochofen“

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Uebersicht über die Aenderung der Viskosität vom schmelzenden Erz bis zur Schlacke. Berichterstatter: Dr. Fritz Hartmann, Dortmund.
2. Verarbeitungskosten eines Hochofenwerkes in Abhängigkeit von der Erzeugung. Berichterstatter: Dipl.-Ing. Rudolf Hahn, Neunkirchen.
3. Aussprache über die Erfahrungen im Hochofenbetrieb bei Frostwetter.
4. Verschiedenes.

Ferienkursus an der Bergakademie Freiberg (Sachsen).

Das Amt für Wissenschaft des NSD.-Dozentenbundes der Bergakademie Freiberg (Sachsen) veranstaltet vom 27. bis 31. März 1939 einen Ferienkursus, dessen Veranstaltungsfolge Vorträge und Übungen zu folgenden vier Hauptpunkten vorzieht: I. Kolonien, II. Erz, III. Kohle, IV. Metall. Den Abschluß des Kursus bilden einige Besichtigungsfahrten. Anmeldungen werden bis spätestens zum 15. März an die Geschäftsstelle des Ferienkursus, Bergakademie Freiberg, Akademiestr. 6 (Fernsprecher 3269), erbeten, die auch Auskunft über die Teilnahmebedingungen usw. erteilt.

Eisenhütte Südwest.

Hauptversammlung am 19. März 1939 in Saarbrücken.

Einzelheiten werden noch bekanntgegeben werden.